<36642389310019

<36642389310019

Bayer. Staatsbibliothek

# Populäre
# Naturgeschichte
## der drei Reiche.

Von

F. S. Beudant, Milne-Edwards, A. v. Jussieu.

---

**Vollständig in zwölf Bänden**
mit mehr als tausend getreuen Abbildungen.

---

**Siebenter Band:**
Geologie. Erster Theil.

FREISING

Aus dem Französischen übersetzt,
und herausgegeben von der „Gesellschaft zur Verbreitung guter und wohlfeiler Bücher.“

---

Durch den Königl. Rath für öffentlichen Unterricht in Frankreich eingeführt.

---

Stuttgart, 1844.
Verlag von Scheible, Rieger & Sattler.
(Preis pro Band 18 kr. oder 4 1/2 ggr.)

# Populäre Naturgeschichte der drei Reiche.

von

F. S. Beudant, Milne-Edwards, A. v. Jussieu.

Vollständig in zwölf Bänden
mit mehr als tausend getreuen Abbildungen.

Siebenter Band
Geologie. Erster Theil.

Aus dem Französischen übersetzt,
und herausgegeben von der „Gesellschaft zur Verbreitung guter und wohlfeiler Bücher."

Durch den Königl. Rath für öffentlichen Unterricht in Frankreich eingeführt.

[illegible]
Verlag von [illegible] Schäfler.
(Preis [illegible] Band [illegible])

Bayerische Staatsbibliothek München

# Die
# Mineralogie
und
# Geologie.

Von

**F. S. Beudant,**
Mitglied der königl Akademie der Wissenschaften u. s. w.

---

**Vollständig in vier Bänden.**

---

**Dritter Band:**
**Geologie. I. Theil.**

---

Aus dem Französischen
von
**Ludwig Carl.**

**Stuttgart:**
**Scheible, Rieger & Sattler.**
**1844.**

# Geologie.

---

## Einleitende Bemerkungen über den Erdkörper.

### 1. Von der Erdkugel im Allgemeinen.

§. 1. **Form, Abgesondertsein im Raum.** – Die Art und Weise, wie sich die Gegenstände allmählig auf dem Meere von dem Augenblick an zeigen, wo sie am Horizont zu erscheinen beginnen, bis dahin, wo man sie ganz sieht, führt uns unabweislich zu der Bemerkung, daß die Wassermasse des Erdkörpers nach allen Richtungen convex ist. Magellan's Expedition, so wie alle seit drei Jahrhundert zu Wasser und zu Land gemachten Reisen bestätigen die Folgerungen aus dieser ersteren Beobachtung und zeigen uns, daß die Erde wenigstens von Osten nach Westen im Raume vollständig isolirt ist. Wenn auch die Polareismeere eine Reise um die Erde in der Richtung von Norden nach Süden verhindert haben, so sind doch die allgemeine Convexität, das allmählige Erscheinen neuer Sterne, wenn man von dem einen Pole zum andern geht, die Projektion des Erdschattens auf die Mondscheibe während der Monds-

finsternisse, endlich noch die allgemeine Analogie der der Erde mit den Planeten, mehr als hinreichend, um in aller Strenge die Behauptung aufstellen zu können, daß die Erde auch in der zuletzt angegebenen Richtung ganz für sich allein im Raume bestehe. Es ist also eine unbestreitbare Thatsache, daß die Erde ein nach allen Richtungen im Raume isolirter sphäroidischer Körper ist. Da die Berge, welche sich auf ihrer Oberfläche befinden, im Vergleich zu ihrem Durchmesser, den man jetzt zu berechnen weiß, so viel als Nichts ausmachen, so verändern sie auch nur wenig die Gleichförmigkeit, und die höchsten Höhen machen in der Wirklichkeit einen weit geringern Effekt darauf, als die kleinen erhabenen Punkte, die man auf der Oberfläche einer Orange bemerkt.

Es ist nothwendig, daß man das so eben Gesagte gehörig auffasse, um den Unebenheiten auf der Erdoberfläche keine größere Wichtigkeit beizumessen, als sie in der Wirklichkeit haben. Wir werden gar leicht immer versucht, diese zu übertreiben, weil, wenn wir sie allzu nahe und zu unabhängig von der ganzen Ausdehnung der Erde sehen, wir sie mit uns selbst und mit allen Gegenständen, die uns gewöhnlich umgeben, vergleichen. So scheint uns ein Berg von 3000 Meter Höhe, wie z. B. der Aetna, als etwas Riesenhaftes; aber es verschwindet ein großer Theil unserer übertriebenen Vorstellung, wenn das Auge (wie Fig. 28) auch nur eine Flächenausdehnung von 10 bis 12 Meilen umfassen kann; und was würde erst der Fall sein, wenn wir eine ganze Erdhalbkugel überschauen könnten! Diese Reflexionen zeigen uns, daß man, um das Profil der Berge anzugeben und ihre Zusammenstellung zu zeichnen, sich wohl in Acht zu nehmen habe, verschiedene Maßstäbe für die Höhe und Abstände zu nehmen, indem man die ersteren verdoppelt, verdreifacht u. s. w., wie es beinahe immer geschieht diese Verfahrungsart ist aber nur dazu

geeignet, unsere Vorstellungen oder Begriffe noch unrichtiger zu machen, die ohnedies oft ziemlich irrig sind. Es ist auch in der That nicht möglich, in unsern Büchern das Relief der Berge zu zeichnen, ohne es bedeutend zu übertreiben, was noch auf eine andere Weise beweist, daß dieses ganz unmerklich ist; indessen ist es besser, den Geist nicht an etwas zu gewöhnen, was ihn immer verhindern könnte, in dieser Sache richtig zu sehen.

§. 2. **Schwere.** — Aus der Abgesondertheit der Erde im Raum geht nothwendig das Princip des Strebens aller Körper gegen ihren Mittelpunkt hervor; denn es entfernt sich Nichts von unserm Planeten, um in den Weltraum hinauszufallen, und die Körper, die sich zufällig über dessen Oberfläche hinausgeworfen finden, kommen immer wieder sehr schnell auf dieselben zurück. Dieses Streben aller Körper nach dem Mittelpunkt der Erde wird Schwere genannt, und der Ausdruck Erdanziehung (Attraction der Erde), den man häufig so betrachtet, als zeige er die in Wirklichkeit unbekannte Ursache des Phänomens an, ist nur eine andere Art und Weise, die nämliche Thatsache zu bezeichnen, welche man alsdann auf die Erde bezieht; es ist gerade, wie wenn man sagte, die Erde besitze die Eigenschaft, gegen ihren Mittelpunkt alle materielle Theile, aus denen sie besteht, sowie alle Körper, die sich auf ihrer Oberfläche oder mehr oder weniger entfernt um dieselbe herum befinden, beständig anzuziehen. Fassen wir alle Beobachtungen zusammen, so dürfen wir hier noch die Bemerkung beifügen, daß die Intensität der Schwere nicht mit der Zunahme der Entfernung vom Mittelpunkt, sondern im Verhältniß der Quadrate der Entfernung abnehme; oder wie man sich sonst auch auszudrücken pflegt, daß die Anziehungskraft, indem sie sich in's Unendliche ausdehnt, im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen wirke.

Die Erde kann demnach als eine Masse vereinigter und durch jenes allgemeine Streben nach dem Mittelpunkt verdichteter Theilchen betrachtet werden; ihre sphäroidische Form scheint anzuzeigen, daß diese Theilchen in einem gewissen Momente so viel Freiheit hatten, daß sie übereinander hergleiten und sich unter der Bedingung des stabilsten Gleichgewichts concentriren konnten.

§. 3. **Abplattung der Erde an ihren Polen.** — Ebenso ist durch die unmittelbare auf verschiedenen Parallelkreisen vorgenommenen Messung der Erdmeridiantheile, die einem Breitegrad entsprechen, dargethan worden, daß die Erdkugel an den Polen abgeplattet, oder wenn man will, am Aequator angeschwellt ist, so daß sich zwischen den beiden Durchmessern ein Unterschied von ungefähr 42000 Meter findet. *

Diese wichtige Beobachtung führt von neuem auf den Gedanken, daß die materiellen Theilchen des Erdkörpers nicht immer in dem festen Aggregationszustand, den wir heutigen Tages beobachten, gewesen sind, daß sie in einer gewissen Epoche so viele Beweglichkeit haben mußten, um übereinander her gleiten und auch der Wirkung der durch die tägliche Rotation erzeugten Centrifugalkraft nachgeben zu können, und daß sie erst alsdann in den Zustand von Festigkeit eintreten mußten. Man muß demnach nothwendig annehmen, daß die Erde ursprünglich in einem teigartigen Zustand sich befand; nur bleibt dann nachzuforschen übrig, welches das Agens davon war.

§. 4. **Veränderung in der Dichtigkeit von der Oberfläche an bis zum Mittelpunkt.**

* Der Erdhalbmesser am Aequator beträgt 6376986 Meter.
Der Erdhalbmesser des Poles . . 6356324 „
Der mittlere Halbmesser . . . . 6366745 „
Der Flächeninhalt der Oberfläche 5094321 Quadratmyriameter.
Der Rauminhalt . . . . . 1079235800 Cubikmyriameter.

– Die Schwere nimmt allmählig von dem Pole an bis zum Aequator ab, einerseits, weil die Erdhalbmesser in diesen beiden Richtungen ungleich sind und die Körper in dem Maße weniger wiegen, als sie von dem Mittelpunkt entfernt sind; anderseits, weil die Centrifugalkraft, die sich der Wirkung der Schwere entgegensetzt, unter den Polen, die sich auf der Rotationsaxe befinden, null ist, während sie unter dem Aequator ihr Maximum erreicht. Diese allmählige Abnahme der Schwere wird durch die Beobachtung des Pendels bewiesen, welches man nach und nach auf den verschiedenen Parallelkreisen vom Pole nach dem Aequator hin verkürzen muß, um isochronische Schwingungen zu erhalten. Wenn man nun die Wirkungen der Zunahme der Entfernung vom Mittelpunkt und die der Centrifugalkraft berechnet, indem man den Erdkörper als homogen annimmt, so findet man unter dem Aequator eine Schwereabnahme, die geringer ist als die, welche aus der unmittelbaren Beobachtung hervorgeht, und nur indem man annimmt, daß die Dichtigkeit der Erde von der Oberfläche nach dem Mittelpunkt hin zunimmt kann man durch den Kalkul zu den Resultaten der Erfahrung gelangen. Auf diese Hypotese führen uns mehrere andere Phänomene und geben dem Gedanken Raum, daß die Erdkugel aus concentrischen Schichten von verschiedenen Substanzen bestehe, deren specifische Gewichte oder Dichtigkeiten fortschreitend zunehmen. Dieses kann auch nur von einem ursprünglich flüssigen Zustande herrühren, bei welchem sich die materiellen Theilchen in der Ordnung ihrer relativen Dichtigkeiten ablagerten.

§. 5. **Mittlere Dichtigkeit der Erde.** – In Newton ist durch die Gesammtheit der astronomischen Erscheinungen der Gedanke erweckt worden, daß die Attractionskraft eine allgemeine Eigenschaft der Materie sei, und daß sich alle Körper in geradem

Verhältniß ihrer Masse und im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen einander anziehen. Diese Idee ist auch in der That nachher durch die Abweichung (Deviation) des Senkbleis in der Nähe großer Gebirgsmassen und noch deutlicher durch Cavendish's Versuche mittelst der Drehwage bestätigt worden.

Man hat sich dieser Beobachtungen zur Erforschung der mittlern Dichtigkeit der Erde bedient und zu diesem Zwecke die Attractionskraft der Körper bestimmt, deren Masse (das Produkt des Volumens in die Dichtigkeit) bekannt war, und hat sie mit der Attractionskraft verglichen, deren Volumen und daher auch deren Masse, welche die unbekannte Dichtigkeit enthält, die man dadurch bestimmen kann, man annäherungsweise findet. * Die mittlere Dichtigkeit (das Wasser = 1 genommen) wurde durch Maskeline = 4,56 angegeben, welche Playfair auf 4,7 berichtigte; aber aus dem von Cavendish angestellten Versuch hat sich 5,48 ergeben. Man sieht daraus, daß die mittlere Dichtigkeit der Erde größer ist, als die der Mineralsubstanzen, welche die Erdoberfläche hauptsächlich bilden; denn der Kalk, der Quarz, der Feldspath, welche die Hauptelemente derselben sind, haben als specifisches Gewicht nur ungefähr 2,5; es muß also das Erdinnere von den schweren Metallen und ihren Zu-

* Cavendish, welcher den Hebelarm der Drehwage vor zwei Bleikugeln, die sie anzogen, oscilliren ließ, hat die Dichtigkeit der Attractionskraft dieser Massen bestimmt. Er hat sie alsdann mit der Intensität der durch die Oscilationen des Pendels bestimmten Schwere am gleichen Orte verglichen. Es sei nun $g$ die Itensität der Attractionskraft der Bleimassen; $G$ die Intensität der Attraction der Erde, $m$ die Masse der Kugeln mit dem Halbmesser $r$, $M$ die Masse der Erde mit dem Halbmesser R, so hat man $g : G = \frac{m}{r^2} : \frac{M}{R^2}$. Ist $d$ die Dichtigkeit des Bleis, D die gesuchte Dichtigkeit der Erde, so hat man $m = \frac{4}{3}\pi r^3 d$ und $M = \frac{4}{3}\pi R^3 D$. Daraus erhält man nun $D = \frac{Grd}{gR} = 5{,}48$.

sammensetzungen eingenommen sein, um die eben angegebene mittlere Dichtigkeit haben zu können. Die Beobachtung des Pendels in großen Tiefen hat diese Dichtigkeit sogar auf 12 steigen lassen und somit gezeigt, daß sie schnell zunimmt, je weiter man unter die Erdoberfläche hinabsteigt.

§. 6. **Wärme im Innern der Erde.** — Es lehrt die Beobachtung, daß die Veränderungen in der Temperatur, die aus dem Einfluß der Jahreszeiten hervorgehen, sich im Innern der Erde nur bei einer sehr geringen Tiefe bemerken lassen, und daß bei einer geringen, je nach den verschiedenen Oertern veränderlichen Tiefe die Temperatur des Bodens stationär und gleich der mittleren Temperatur des Ortes ist. Aber unterhalb dieses Punktes zeigt sich eine andere Erscheinung; denn die Wärme nimmt hierauf allmählig in dem Maße zu, als man weiter in die Tiefe hinabsteigt, und das Resultat der bis jetzt angestellten Beobachtungen gibt eine Zunahme von 1 Grad bei je 33 Meter Tiefe. Es ergibt sich daraus, daß man bei 3 Kilometer (¾ franz. Meilen) unterhalb des Punktes, wo die Temperatur stationär ist, schon eine Temperatur von 100 Graden, d. h. die Temperatur des siedenden Wassers, finden muß. Wenn sich dieses Gesetz regelmäßig fortsetzt, was wir aber noch nicht wissen, so würde man bei 20 Kilometern (5 franz. Meilen) 666 Graden und also eine Temperatur haben, bei welcher die meisten Silikate vollkommen flüssig sind; am Mittelpunkt, d. h. bei 6366 Kilometer Tiefe, würde man bei der Voraussetzung, daß die Zunahme der Wärme so fortgeht, eine Temperatur von 200,000 Graden haben, von der wir uns keinen Begriff machen können und die alle Körper zu schmelzen und sogar zu verflüchtigen vermöchte.

Aus diesen Beobachtungen folgt nicht bloß, daß die Erde in einer gewissen Epoche flüssig gewesen sein würde, wie es auch schon ihre Form erheischt,

sondern daß sie es auch noch jetzt wäre, und daß nur ihre Oberfläche bis zu einer Tiefe von nicht ganz 20 Kilometer fest geworden wäre, indem sie im Raume ihre ursprüngliche Wärme verlor.

Diese ebengenannte Dicke der festen Erdschichte will nur sehr wenig heißen, im Vergleich zum Erdhalbmesser, der mehr als 6000 Kilometer beträgt. Sie würde auf einer Kugel, deren Halbmesser 1 Meter beträgt, nur ungefähr 3 Millimeter ausmachen, was nicht einmal die Dicke eines Blatts Papier auf unsern gewöhnlichen Globen wäre. Wenn eine solche Hülle, angefüllt von einer fünfmal schwereren Flüssigkeit, als das Wasser, keine größere Zähigkeit hätte, als die Stoffe, aus denen die Erdkruste besteht, woran wir übrigens unzählige Risse oder Spalten bemerken, so würde sie kaum die geringste Oscillation in ihrer Form erleiden können. Verhält es sich aber nicht ebenso mit unserem Erdkörper? kann die relative Schwäche der zerrissenen oder gespaltenen Rinde immer die Form- und Volumenveränderungen ertragen, deren eine solche weißglühende Masse fähig ist, besonders wenn die Temperatur des Erdinnerns Alles in Dampf zu verwandeln vermag, bei der geringsten Oeffnung, welche sie mit einer Atmosphäre von vergleichungsweise so schwachem Druck in Verbindung setzt? Wenn man über etwas erstaunt sein kann, so ist's dies, daß das Mißverhältniß zwischen der Dicke der Erdkruste und dem Durchmesser der geschmolzenen Masse nicht mehr Katastrophen hervorruft, als man heutigen Tages auf der Oberfläche unseres Planeten erfährt.

## II. Oberfläche der Erde.

§. 7. **Relative Ausdehnung der Länder und Meere.** — Von ungefähr 5,000,000 Quadratmyriameter oder 50 Milliarden Hektaren (1 Hektar = 94,830 Quadratfuß oder ungefähr 2 Morgen),

welche die Oberfläche der Erde enthält, gehören beinahe 3 Viertheile den Meeren an, in deren Schooß sich da und dort mehr oder weniger ausgedehnte feste Theile, die man **Länder** nennt, erheben (Fig. 1).

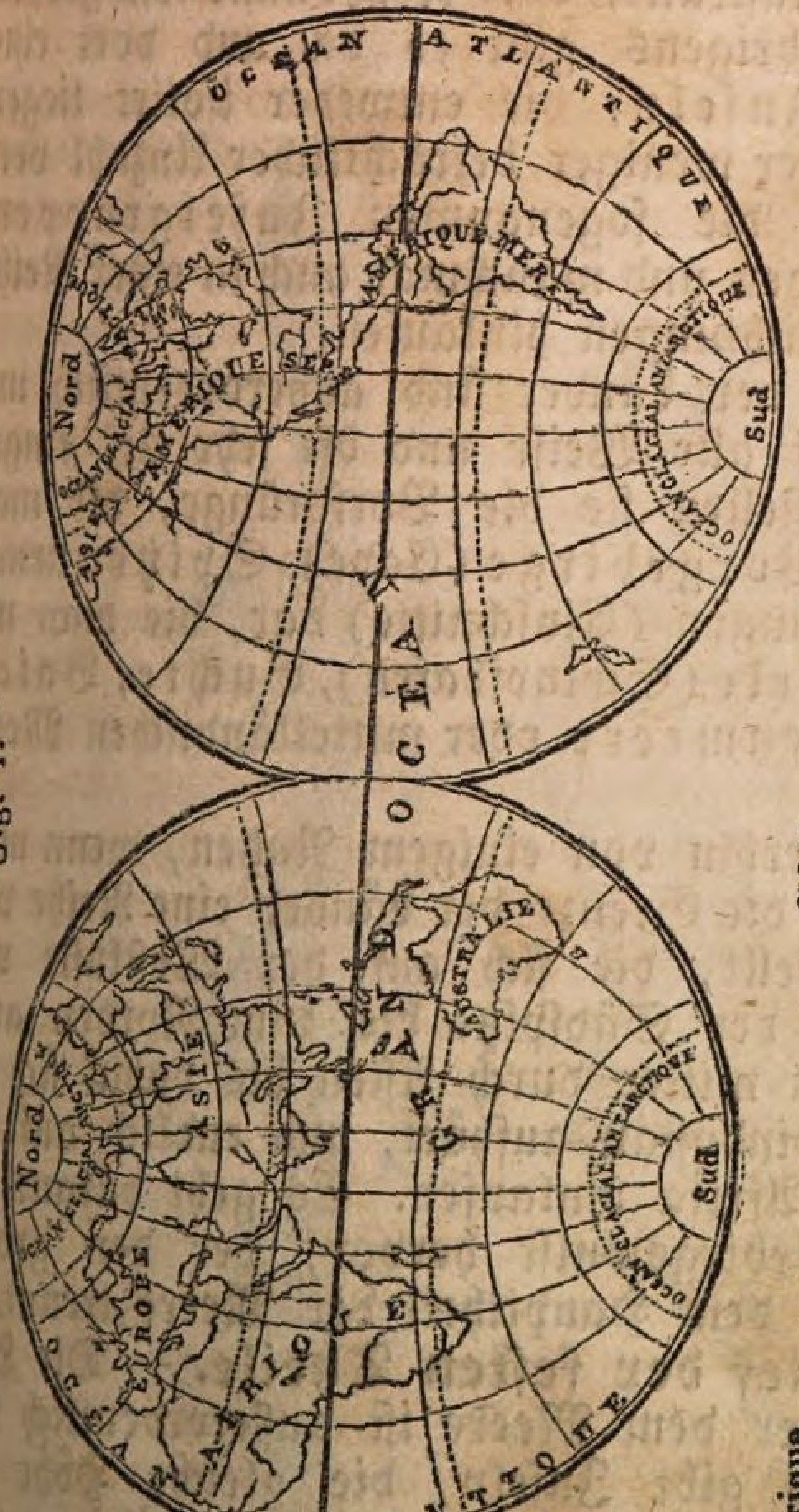


Fig. 1.*

Afrique . . . . = Afrika.
Amérique mer. . . . = Südamerika.
Australie . . . . = Australien.
Grand Océan . . . = Großer Ocean.
Océan atlantique . . . = Atlantischer Ocean.
Océan glacial antarctique . . = Südliches Eismeer.
Océan glacial arctique . . = Nördliches Eismeer.
Sud . . . = Süden.
Amérique sept. = Nordamerika.
Asie . . = Asien.
Europe . . = Europa.
Nord . . = Norden.

* Da die Abbildungen des vorliegenden Werkes die Gußabdrücke der in Paris verfertigten Originalholzschnitte sind, so blieben natürlich die in mehreren der letzteren eingeschnittenen Namen auch auf den Gußabdrücken in französischer Sprache; diese Namen werden nun jedesmal, wenn es nöthig ist, in deutscher Uebersetzung der Figur beigesetzt.

Anmerk. d. Uebers.

Die Länder finden sich hauptsächlich um den Nordpol herum gruppirt und bilden zwei unermeßlich große Massen, die man Continente nennt und die sich bis über den Aequator hinaus ausdehnen. Im Süden findet sich außer Australien oder Neuholland kein großes Land mehr. Uebrigens gibt es da und dort eine Menge kleiner Inseln, die entweder isolirt liegen oder in mehr oder weniger beträchtlicher Anzahl vereinigt sind und die sogenannten Inselgruppen, Archipeln, bilden und manchmal auch in einer Reihe nach gewissen Richtungen hinlaufen.

Die Umrisse der Länder sind außerordentlich unregelmäßig, auf alle Weise und oft sehr tief eingeschnitten. So stellen sie die Vorsprünge, die man Halbinseln, Vorgebirge (Cape), Spitzen nennt, und die Vertiefungen (Einschnitte) dar, die man mit den Namen Kreeke (Schlupfhafen), Buchte, Baien, Golfe, Binnenmeere oder mittelländischen Meere bezeichnet.

Es ist immerhin von einigem Nutzen, wenn man sich merkt, daß die Grenze der Länder eine Reihe von Gebirgen darstellt, die sich auf der Westküste von Amerika, von der Südspitze bis zum Norden ausdehnen, sodann mitten durch Asien bis dahin sich erstrecken, wo Hindostan aufhört, und endlich auf den Ostküsten von Afrika hinlaufen. Es geht daraus ein ungeheurer Gebirgswulst hervor, der den großen Continent von dem Hauptheil der Meere trennt.

§. 8. **Relief der festen Theile.** — Die Höhe der Länder über dem Meere ist außerordentlich veränderlich. Es gibt Inseln, die gleiche Höhe mit dem Meere haben und die man oft mit dem Namen Klippen, Riffe u. s. w. (Fig. 2, a) bezeichnet. Dagegen erheben sich andere auf mehr oder weniger beträchtliche Höhen über dieses Niveau, indem sie entweder in ihrer ganzen Ausdehnung ein Plateau (b) bilden, deren Ränder mehr oder minder

starke Abhänge darbieten, oder mehr oder weniger geneigte Ebenen, die sich im Punkte c zu einem unregelmäßigen Kamme vereinigen oder auch Kegel (d), gewölbte, wellenförmige Oberflächen (e) u. s. w. darstellen.

Fig 2. Formen und Erhebungen verschiedener Inseln.

Fig. 3. Berggruppen auf großen Inseln.

Die großen Inseln bieten am häufigsten alle diese Bildungen zugleich dar; eben so auch die Continente (Fig. 3); man bemerkt dann alle Formen, sowie alle

Höhen vom Niveau des Meeres an bis zu 7800 Meter, welches der höchste jetzt bekannte Punkt ist. Die verschiedenartig hervorspringenden Theile fassen niedere Theile in sich, und das Ganze bildet ein außerordentlich mannigfaltiges Relief, das Ebenen, Thäler, Gebirge u. s. w. darstellt.

§. 9. **Meeresgrund.** — Der Meeresgrund bietet Unebenheiten dar, die denen der äußern festen Theilen analog sind. Manchmal befindet er sich nur in sehr geringer Tiefe unter dem Wasser und bildet Bänke, Untiefen; anderswo findet man mit dem Senkblei verschiedene Tiefen um einen Punkt herum, der selbst wieder mehr oder weniger tief unter der Wasserfläche liegt und ein unterseeisches Gebirge anzeigt. Oft bemerkt man eine beinahe gleiche Tiefe auf einer sehr großen Ausdehnung und daher auch weite Ebenen, unter denen man mehrere findet, die stufenweise über einander liegen. Sodann gibt es auch Theile, wo das Senkblei bis zu einer Tiefe von 2000, 4000 und 8000 Meter hinabsinkt und daher bedeutende Tiefen anzeigt. An den platten Küsten bemerkt man, daß das Meer hier eine geringe Tiefe hat und daß sich der Grund in einem sanften Abhange allmählig auf eine sehr große Entfernung hinaus senkt, dagegen ist die Tiefe an schroffen Küsten häufig sehr bedeutend und nimmt mit der Breite rasch zu. Diese zeigt uns die Fortsetzung des obern Reliefs im unterseeischen Theile, und alle diese Beobachtungen zusammen lassen uns eine außerordentlich große Unregelmäßigkeit des festen Theiles der Erde sehen.

Die größte mittlere Tiefe der Meere beträgt 4800 Meter, woraus hervorgeht, daß die Totalmasse der Gewässer, die einen so großen Theil der Erdoberfläche bedecken, nicht 2 Millionen Kubikmyriameter ausmacht: es ist ein unendlich kleines Volumen im Vergleich zu dem der Erde (§. 2, Anm.) und gestattet nicht wohl, daß man einen wässerig flüssigen

Zustand unseres Planeten annehme, wenigstens keine durch unsere jetzigen Gewässer, welche nicht $^1/_{1000000}$ von dem bilden, was erforderlich wäre, um eine solche Masse auch in den günstigsten Umständen aufzulösen.

§. 10. **Verschiedene Gebirgsformen.** — Man gebraucht verschiedene Benennungen, um damit die verschiedenen Erhabenheiten des Reliefs, das die Länder darbieten, zu bezeichnen. Unbedeutende, sanft abgerundete Erhabenheiten, deren Abhänge in den umgebenden Boden, der als Niveau der Gegend angenommen wird, sanft übergehen, werden Hügel genannt. Diese stehen oft abgesondert mitten auf einer Ebene oder ragen plötzlich über einen weniger bogenförmigen und einen breiten Hügel hinaus. Ein Felsen ist häufig ein kleiner Hügel aus fest zusammengefügten Mineralsubstanzen, der sich unter allen Formen zu zeigen vermag und dessen Seiten oder Gehänge mehr oder weniger unregelmäßig sind und manchmal ganz senkrecht herabfallen. Unter einem Berge versteht man immer eine über der Ebene, die als Niveau dient, bedeutend erhabene Masse. Man sieht wohl, daß alle diese Benennungen nichts sehr Bestimmtes haben und daß ihre Anwendung oft sehr willkürlich ist.

Ein Berg erhebt sich fast immer in einer sanften Abdachung von seinem Fuße an bis zu einer gewissen Höhe, was von der Anhäufung seiner Trümmer herrührt, die mehr oder weniger geneigte Böschungen gebildet haben. Weiter oben werden die Abfälle stärker, bald glatt, bald auf alle Weisen gezackt, oft abgerissen oder in Stufen getheilt. An der Spitze oder dem Gipfel zeigen sich zuweilen nach und nach noch neue Abhänge, senkrechte Abfälle und endlich Spitzen aller Art. Die Variationen, welche diese verschiedenen Theile darbieten, geben auch den Bergen verschiedene Gestalten, die sehr häufig in Beziehung zu

den Gesteinen, aus denen sie gebildet sind, stehen, und wovon einige besondere Namen erhalten haben.

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Verschiedene Bergformen.

Wenn der Gipfel eines Berges einen mehr oder weniger steilen Kegel bildet (Fig. 4), wie man es besonders in vulkanischen Ländern sieht, so gibt man ihm den Namen Spitzberg, Pic oder Puy, eine Benennung, die man öfters auch bei einem ganzen Berg gebraucht. Wenn er kugelförmig abgerundet ist, wie man häufig in den Vogesen bemerkt, so heißt er Kuppe oder Ballon. Die Gipfel, die in eine scharfe Spitze, in gezähnelte Kämme (Fig. 5), welche gewissen sehr hoch gelegenen Granitterrains (z. B. auf den Alpen) angehören, auslaufen, heißen, je nach ihrem Aussehen, Nadeln, Zähne, Hörner. Den Namen Thurm oder Cylinder gibt man den senkrecht abgeschnittenen Spitzen (Fig. 6), welche von weitem wie alte Festungswerke aussehen; diese Bildung beobachtet man häufig in den Kalkländern, deren Gebirge auch durch stufenweise abgeschnittene Seiten (Fig. 7), durch Abhänge, welche aus horizontalen Schichten gebildet sind, und durch plateauförmige Erdflächen charakterisirt sind.

§. 11. **Die Massengebirge** (massifs), **von den Thälern durchschnitten.** — Die Hügel oder die Berge, die man von ferne am Ende einer Ebene gewahrt, sind häufig die Ränder eines Plateau, das

sich mehr oder weniger über dasjenige erhebt, worauf wir uns selbst befinden. Diese Plateaux bieten uns, besonders wenn sie sehr hoch sind, noch einen weiteren wichtigen Umstand dar. Es ist ein seltener Fall, daß sie in ihrer ganzen Ausdehnung ein Ganzes darstellen; gewöhnlich zeigt die Masse, die sie bilden, tiefe und häufig verzweigte Einschnitte, die strahlenförmig in verschiedenen Richtungen auslaufen und dieselbe auf verschiedene Weise theilen, dann sich auf dem unteren Plateau, wo sie ausmünden, fortsetzen. Man betrachtete darum diese Massen als Gebirgsgruppen, während sie in der Wirklichkeit in ihrer ganzen Ausdehnung oft nur ein einziges Ganzes bilden, das aber durch mehr oder weniger zahlreiche Thäler zerstückelt ist. Die Plattformen der verschiedenen Theile des Massengebirges, die bald von einander getrennt, bald mit einander vereinigt sind, finden sich alle in einer und derselben Ebene, und die Schichten, welche die Masse zusammensetzen, correspondiren an den Abhängen der Schluchten, die sich durch sie hindurchziehen. Man sieht auch Massengebirge, die durch strahlenförmig auslaufende Thäler, welche sich alle in einem Centralpunkt (Gebirgsknoten) vereinigen, wo sich eine weite Vertiefung zeigt, getheilt sind. Auf dem Rande dieses Beckens bemerkt man alsdann mehr oder weniger hohe Berge, die nur die Endpunkte der partiellen Massen sind, in welche das ganze Massengebirge getheilt ist.

§. 12. **Gebirgsketten.** — Unter den Erhabenheiten der Erdoberfläche gibt es längliche Bildungen, die sich auf große Entfernungen hinaus erstrecken und welche man häufig noch als das Resultat einer Gruppirung von linienförmig an einander gereihten Bergen betrachtet: man nennt solche Bildungen Gebirgsketten. Um eine Gebirgskette in ihrer größten Einfachheit uns vor Augen zu stellen, hat man sie oft so geschildert, als sei sie aus zwei in einer Kante,

wie die beiden Seiten eines Daches mit einander vereinigten, geneigten Ebenen gebildet; diese höchstens auf einige runzelförmige Erhabenheiten der Erdoberfläche anwendbare Einfachheit herrscht nur in der Idee, denn in der Wirklichkeit zeigt sich eine weit größere Zusammengesetztheit. Mit mehr Glück hat man eine Gebirgskette mit der Gräte eines Fisches verglichen; denn man bemerkt auch wirklich darin eine Centralmasse, die in einer gewissen Linie hinläuft, sodann Seitenäste oder Glieder, die beinahe senkrecht auf der allgemeinen Richtung stehen, sich gegenseitig entsprechen und auf mehr oder weniger große Entfernungen hinauslaufen. Nur da, wo die Gebirgskette aufhört, werden die Aeste divergirend und bilden den sogenannten Gänsefuß, — ein Charakter, den man sich darum merken sollte, weil er die Grenzen der Erscheinungen bezeichnet, welche diese Gebirgsbildungen hervorgerufen haben. Die Aeste einer Gebirgskette sind selbst wieder in Zweige getheilt, die senkrecht auf ihrer Richtung stehen und an ihrem Ende divergiren. Auch diese Zweige theilen sich wieder, und zwar oft in verschiedenen Richtungen, gleichsam bis ins Unendliche. Gewöhnlich ist der Centraltheil der Gebirgskette der höchste Theil, und im Allgemeinen nehmen die Seitenäste allmählig bis zu ihrem Ende in ihrer Höhe ab; dasselbe ist auch bei den Verzweigungen der Aeste der Fall. Jedoch geschieht es auch häufig, daß sich in manchen Theilen eines Astes oder Zweiges, manchmal da, wo sie auslaufen, der Boden plötzlich zu einer größern Höhe aufsteigt, als irgend wo anders. Auch bemerkt man, daß die beiden Abhänge einer Gebirgskette selten gleiche Neigung haben. So ist z. B. der südliche Abhang der Pyrenäen steiler als der nördliche. Eine ähnliche Bemerkung macht man an den Alpen, den Vogesen und der Andeskette, welche letztere einen sehr starken gegen den stillen Ocean u. s. w. bildet.

Der Kamm (Gräte) einer Gebirgskette, den man häufig auch die Scheidelinie der Gewässer oder die Wasserscheide nennt, zeigt, im Detail betrachtet, gewöhnlich eine mehr oder minder wellenförmige Linie. Seine Höhe variirt außerordentlich: hier steigen die Spitzen plötzlich bis zu einer Höhe von mehreren tausend Metern empor; dort steigen sie auf einige hundert herab und stellen alle mögliche dazwischen liegende Höhen dar. Im Allgemeinen finden sich die größten Höhen da, wo sich zwei entgegengesetzte Aeste mit einander vereinigen, und zeigt sich auf der Gräte zwischen zwei benachbarten Aesten eine Einbucht, die man Paß oder Sattel (Col) nennt.

§. 13. **Durchkreuzung der Gebirgsketten.** — Die Gebirgsketten sind auf der Erdoberfläche zahlreich und nach allen Richtungen hin verbreitet, woher es denn auch kommt, daß sie sich gegenseitig auf alle Weise und unter allen Winkeln durchschneiden, und mehr oder minder complicirte Netze bilden. Man nennt den Punkt, wo sie sich durchkreuzen, den Gebirgsknoten, der sich oft plötzlich zu einer solchen Höhe erhebt, wie man sie nicht mehr an einer andern Stelle findet. Manchmal laufen mehrere Ketten beinahe mit einander parallel und lassen einen Raum zwischen sich, welcher eine weite Hochebene bildet. Eines der schönsten Beispiele von einer solchen Bildung wird uns im innern Asien durch das Muz-Tagh- und Küen-Lüngebirge und durch das Katchi- und Himalayagebirge dargeboten: ein weit weniger eclatantes Beispiel haben wir in Europa an den Alpen und dem Juragebirge, welche die Ebenen der Schweiz zwischen sich lassen.

Die Gebirgsketten bilden, indem sie sich auf alle Arten durchkreuzen, die Gebirgssysteme, auf welche sich die Topographie der verschiedenen Gegenden bezieht; aber diese Systeme, wie man sie in der Geographie heißt, und wozu häufig auch die Imagination

noch das Ihrige hinzugefügt hat, bieten, wenn man sie einzeln betrachtet, nur in geologischer Hinsicht ein geringes Interesse dar. Wir werden sehen, daß man hieran noch besondere Betrachtungen knüpfen muß, die zu höheren Ideen hinleiten und sich auf die großen Phänomene beziehen, von denen unser Erdkörper der Schauplatz gewesen sein mußte. Diese Thatsachen führen zu der Bemerkung, daß die Gebirgsketten von einer und derselben Ordnung auf der Oberfläche der Erde auf einem größten Kreis oder mit demselben parallel liegen; daß ferner die Gebirgsketten einer andern Ordnung sich auch auf einem andern größten Kreis finden, der mehr oder weniger gegen den ersteren geneigt ist: wenn man einen Blick auf einen Globus wirft, so wird man sehen, daß die Alleghanys, die Pyrenäen, die Appenninen, die Gebirge von Kroatien, die Karpathen, gewisse Gebirge von Persien, die Ghats von Malabar u. s. w. lauter Gebirgsketten sind, die in ihrem Verlaufe eine und dieselbe Richtung verfolgen und alle mit einem größten Kreise parallel laufen, der durch eine von ihnen hindurchginge. Betrachtet man denjenigen Theil der Alpen, der sich vom Walliserlande nach Oesterreich hinzieht, so wird man sogleich bemerken, daß eine große Anzahl anderer Ketten mit ihm parallel laufen, wie z. B. die Gebirge von Spanien, der Taurus, der Kaukasus, das Atlasgebirge, das Balkangebirge, die Gebirgsketten, welche Persien in schiefer Richtung durchziehen und sich endlich mit dem Himalaya verbinden u. s. w. (siehe die am Ende der Geologie beigefügte Karte, die sich auf die Erhebung der Gebirge bezieht).

§. 14. **Beschaffenheit der Thäler.** — Man heißt **Thäler** die leeren Räume, welche die verschiedenen Theile einer Gebirgsmasse, ferner die verschiedenen Aeste einer Gebirgskette und manchmal sogar zwei Gebirgsketten von einander trennen.

In einer Gebirgskette betrachtet, nehmen auch die

Thäler, gleich den Gebirgsästen eine Richtung, die gegen die allgemeine senkrecht steht, und heißen Querthäler, weil sie die Gebirgsketten quer durchschneiden. In diese Thäler münden sich in senkrechter Richtung kleinere Thäler (Nebenthäler) ein, welche die Zweige eines jeden Astes von einander trennen, wie sich wiederum an diese Thäler die Bergschluchten begeben, welche die Unterabtheilungen von einander trennen. Die großen zwischen zwei Gebirgsketten liegenden Räume werden häufig Längenthäler genannt; in diese münden beinahe unter einem rechten Winkel die Querthäler ein, die sich auf beiden Seiten befinden.

Die Thäler großer Massengebirge oder großer Gebirgsketten sind häufig enge und tief, mit schroffen Wänden. Dieser Charakter spricht sich namentlich auf den hohen Regionen von Innerasien und Mittelamerika aus, wo gewisse Thäler schauerlich senkrechte Spalten darstellen, die oft eine Tiefe von 1500 bis 2600 Meter haben, und häufig so enge sind, daß sie unmöglich passirt werden können. Einige von der Höhe herabgerollten Felsblöcke reichen hin, um quer über diese Spalten natürliche Brücken zu bilden. Diese Spalten mit senkrecht abgeschnittenen Wänden, bilden einen Hauptcharakter der Länder mit hohen Plateaux, wo sämmtliche Flüsse zwischen steilen, schroffen Ufern eingeengt sind; nicht nur beobachtet man sie in Asien und Amerika, sondern es bietet uns auch die skandinavische Halbinsel schöne Beispiele von solchen Bildungen dar, obschon hier die Seitenwandungen weniger hoch sind; auch Kroatien und Kärnthen weist noch deren auf, wenn auch gleich in geringerem Maßstabe.

Doch sieht man dies nicht immer so, und oft sind die Thäler breit genug, um als gewöhnliche Passage über das Gebirge dienen und um Raum für Wohnstätten abgeben zu können; sind auch gleich ihre Gehänge noch immer steil, so sind sie doch wenigstens an einigen Stellen gangbar.

Es ist bereits gesagt worden, daß die Seitenäste einer Gebirgskette sich auf jeder Seite des Kammes entsprechen; dies ist auch bei den Thälern der Fall, und gewöhnlich geschieht es, daß wenn man ein Thal auf einer der beiden Abfälle eines Gebirges verfolgt hat, man ein anderes von der Spitze des Gebirges auf dem entgegengesetzten Abhang hinabsteigen sieht; diese Uebereinstimmung findet durch die schon erwähnte Einbucht zwischen den Gipfeln Statt, die man an dem Vereinigungspunkt der Seitenäste beobachtet (siehe §. 11). Diese Einbuchte oder Einschnitte werden an gewissen Oertern Col, Pforte, Thor, und an gewissen andern Paß oder Sattel genannt.

Die Querthäler erweitern sich im Allgemeinen während ihres Verlaufes von der Höhe der Gebirgskette bis wo sie in die Ebene einmünden; diese Erweiterung ist aber keineswegs gleichförmig, vielmehr bemerkt man oft während ihres Verlaufes eine Folge von größeren Erweiterungen und dann wieder von Verengungen. Der Boden des Thales (Thalsohle, Thalweg) steigt nicht immer gleichförmig abwärts, sondern bietet immer einen Wechsel von sanften und starken Gefällen, manchmal auch von senkrecht abgerissenen Partien dar; und was merkwürdig ist, — die steilen oder schroffen Abhänge finden sich genau da, wo die Verengungen vorkommen und dagegen die sanften Abhänge an solchen Stellen, wo das Thal sich erweitert. Daraus folgt nun, daß ein Thal von einer gewissen Ausdehnung im Allgemeinen aus einer Reihe großer Amphitheater oder Becken mit einem mehr oder weniger sanften Gefäll, bestehen, die sich über einander liegend befinden und mit einander durch enge Passagen, deren Boden einen steilen, jähen Abhang darstellen, in Communikation stehen. Oft geschieht es, daß das Thal an seinem oberen Theile in einem weiten runden Becken endigt, dessen sämmt-

liche Wände senkrecht stehen und dessen mittlerer Theil manchmal von einem See ausgefüllt ist.

Die großen Längsthäler, durch welche die großen Flüsse dahinfließen, zeigen häufig dieselbe Beschaffenheit; auch bieten sie große auf einander folgende Becken dar, die unter sich durch einen mehr oder weniger tiefen Einschnit der umgebenden Bergen in Communikation stehen, und in welchen der Fluß sich plötzlich eingeengt findet. So durchbricht z. B. der Rhein nach seinem Austritt aus dem Bodensee, der sein erstes Becken bildet, das Gebirge, das den Jura mit dem Schwarzwald verbindet, wo er von Felsen eingeengt und gesperrt wird. Zu Basel angekommen, verändert er seine Richtung und wendet er sich nach dem weiten Becken des Elsaßes; nachdem er sich in der Ebene hingeschlängelt hatte, durchschneidet er bei Bingen das Eifelgebirge in einer engen Schlucht, welche kaum seinen Durchgang gestattet, und tritt aus demselben bei Coblenz. In demselben Fall befinden sich auch ganz genau die Rhone, die Donau, die Elbe und sehr viele andere Flüsse; worüber wir aber besonders uns wundern müssen und was auch zugleich gegen die Vorstellung durchbrochener Dämme durch das Gewicht des Wassers streitet, was man immer anzunehmen sich veranlaßt findet, ist dies, daß die Communikation eines Beckens mit einem andern am öftesten in den höchsten Punkten und den festesten Theilen der umgebenden Berge stattfindet.

Die von senkrechten und zuweilen sehr hohen Abhängen oder Wänden begränzten Passagen, welche die Thäler an verschiedenen Punkten darstellen, erhalten gewöhnlich den Namen Engpässe oder Defileen, und heißen häufig auch Nationenpforten, weil sie Völkerschaften von einander trennten, welche an solchen Stellen, wie an den Thoren einer Mauer, eine leichte Vertheidigung fanden. Es gibt darunter solche, die in der Geschichte berühmt geworden sind,

wie z. B. die taurischen und kaukasischen Pforten, die unter dem Namen iberische, kaspische, albanische Pforte und Engpaß von Issus, welcher letztere durch Alexanders Durchgang berühmt geworden ist, bekannt sind; ferner jene von Thermopylä, wo die 300 Spartaner die Armee des Xerxes anhielten; der caudinische Gabelpaß, wo die Samniter die Römer zwangen, unter dem Joch hindurch zu gehen u. s. w. Die senkrechten Wände dieser Engpässe sind zuweilen sehr hoch; denn es gibt in den Anden solche, die bis zu einer Höhe von 1600 Meter sich erheben.

Durch die Thäler fließen die durch Nebel, Regen und geschmolzenen Schnee erzeugten Gewässer. Diese sammeln sich in den Schlünden, Seitenthälern, den Querthälern u. s. w. an und bilden Bäche, kleinere und größere Flüsse, um sich in das Meer oder in irgend einen auf einer Hoch- oder einer Tiefebene liegenden See zu begeben. Die fließenden Gewässer zeigen in ihrem Verlaufe Umstände, die sich vollkommen auf die der Thäler, durch welche sie ihre Richtung nehmen, beziehen; sie schießen mit einer schreckenerregenden Schnelligkeit in solchen Theilen dahin, wo die Thäler sehr eingeengt sind, und zeigen dagegen einen langsamen und ruhigen Lauf an solchen Stellen, wo sich ihr Bett erweitert, und bilden daselbst zuweilen mehr oder weniger ausgedehnte Seen. Die starken Gefälle, steilen Abhänge, erzeugen in den Flüssen die Stromschnellen, Wasserfälle, Cascaden, Cataracten, von denen sämmtliche Gebirgsländer Beispiele darbieten.

§. 15. **Auf verschiedenen Höhen gelegene Ebenen.** — Man nennt eine Ebene jeden Raum, der merklich eben ist und nur solche wellenförmige Erhabenheiten darbietet, die im Vergleich mit ihrer Ausdehnung nicht sehr ausgesprochen sind. Die Ebenen finden sich auf allen Höhen, vom Niveau der Meere an bis zur Mitte der höchsten Gebirge hinauf. Man unter-

scheidet sie als Tiefebenen und als Hochebenen, welche letzteren auch den Namen Plateaux erhalten, ohne daß man bestimmt angeben könnte, wo die einen aufhören und die andern anfangen, indem es so viele dazwischen liegende Höhen gibt. Es erheben sich namentlich die Continente gleichsam durch terrassenförmig aufeinander folgenden Ebenen über das Niveau des Meeres; die großen Gebirgsketten, von denen sie durchschnitten werden, sind so zu sagen nur Unebenheiten mitten auf hohen Ebenen, wie man es z. B. auf dem Centralplateau von Frankreich, in dem Margeride- und Lozèregebirge sieht, welche die ganze Gegend beherrschen.

Unter den Tiefebenen kann man innerhalb der europäischen Grenzen diejenigen anführen, die das kaspische Meer umgeben, wo sie sogar unter dem Niveau des Oceans liegen, * und in unmerklichen Abhängen mitten durch die Ebenen der Ukraine und von Lithauen bis zu denen von Holstein, Jütland u. s. w. sich fortsetzen, so daß sie in Europa eine unermeßliche Strecke von Tiefebenen darbieten. Auch die andern Welttheile schließen große Tiefebenen ein, und vielleicht enthält Amerika die ausgedehntesten der ganzen Erde, wie z. B. die Ebenen, wo sich die zahlreichen Verzweigungen des Amazonen- und La-Platastromes finden.

Die höchsten Hochebenen oder Plateaux finden sich im innern Asien, wo sie in ihrer Ausdehnung den Tiefebenen der andern Continente nichts nachgeben. Die Hochebenen, welche das zwischen dem Küen-Lüngebirge und dem Himalaya liegende Hochthal bilden, wo das eigentliche Tibet liegt, finden sich 3600 Meter hoch über der Meeresfläche. Dies ist die höchste Hochebene, die wir kennen, denn alle diejenigen, die man unter dem allgemeinen Namen des tibetanischen

* Das kaspische und das todte Meer, so wie eine mehr oder minder beträchtliche Strecke des umgebenden Bodens liegen unter dem Niveaux des Oceans.

Plateau's zusammengefaßt hatte, liegen weit weniger hoch; die ungeheure Wüste Gobi zwischen dem Küen-Lüngebirge und der vulkanischen Gebirgskette von Thian-Schan hat in seinen höchsten Theilen nicht mehr als 1200 Meter Höhe. In Amerika haben die Hochebenen von Quito und Mexiko, wovon die erstere 3000 Meter, die zweite 2000 Meter hoch liegt, ebenfalls eine bedeutende Ausdehnung. Die von Mexiko ist 50 franz. Meilen breit und verlängert sich gegen Norden 150 Meilen weit hinaus, beinahe ohne von ihrer Höhe herabzusteigen. Etwas Aehnliches besitzen wir nicht in Europa, weder hinsichtlich der Höhe, noch der Ausdehnung; jedoch kann man noch das Plateau, das die Gebirge der skandinavischen Halbinsel krönt, so wie auch die Plateaux von Kroatien und Kärnthen, die der Schweiz und der Sevennen u. s. w. anführen, die wenigstens Beispiele im Kleinen sind.

§. 16. **Verbreitung der Wärme auf der Erdoberfläche.** — Wenn die Erdoberfläche überall homogen wäre, so würde die Vertheilung der Wärme auf derselben durch die Breitegraden, die Bewegung der Sonne und die Erscheinungen, die eine Folge davon sind, bestimmt werden können. Es würden die Linien, welche die Punkte, die eine gleiche Temperatur haben, mit einander verbände, zu jeder Zeit des Jahres unter sich parallel sein, und mit den Parallelkreisen der Erde zusammenfallen. Dies kann aber bei einer aus heterogenen Theilen, nämlich aus Ländern und Meeren, welche durch ihre Ausströmungs- und Absorptionskräfte, oder durch die Strahlung ꝛc. so verschieden wirken, zusammengesetzten Oberfläche nicht Statt finden. Die äußere Gestalt dieser Theile, ihre Lage, ihre relative Ausdehnung, die Höhe der Länder über dem Meere, die Beschaffenheit des Bodens ꝛc. verändern nothwendig die theoretische Vertheilung, und bloß durch die Beobachtung allein kann man hierin zu einem richtigen Resultate gelangen.

Des Herrn von Humboldt's Forschungen zeigen, daß bei dem gegenwärtigen Zustand unserer Erdoberfläche die eine gleiche Temperatur anzeigenden Linien unter sich und mit dem Aequator bloß in der Nähe der heißen Zone parallel sind. Beinahe von dem 30ten Parallelkreise an steigen diese Curven gegen die Polen hin; und dies geschieht mehr oder weniger, je nach dem Wärmegrad, dem sie entsprechen; woher es denn auch kommt, daß sie unter sich mehr oder minder geneigt sind. In der nördlichen Halbkugel geschieht dies durch zwei Biegungen, wovon die eine die convexen Spitzen dieser Curven nach dem westlichen Europa, and die andere die zweiten Spitzen von derselben Art nach der Westküste von Amerika trägt; die concaven Spitzen bilden sich eines Theils in Asien, und andern Theils auf der Ostküste von Amerika. Die Linien, welche eine gleiche mittlere Jahrestemperatur angeben, nennt man noch specieller **Wärmelinien** oder **isotherme Linien**.

Die andern Linien, die eine gleiche mittlere Temperatur dieses oder jenes Zeitpunktes des Jahres angeben, verhalten sich ebenso, indem sie um die vorhergehenden oscilliren; aber noch mehr entfernen sich die einen gleichen Winter und einen gleichen Sommer bezeichnenden Linien von den Parallelkreisen der Erde: die ersteren, wie die isothermen Linien, um so mehr, je weiter man sich nach Osten begibt; die andern genau in entgegengesetzter Richtung. An den convexen Spitzen der isothermen Linien finden sich die kleinsten Unterschiede zwischen den Jahreszeiten; dagegen zeigen sich an den concaven ungeheure Differenzen, wie z. B. die von $-12^d$ à $+19^d$, $-17$ à $+13$, ꝛc.

Diese Dispositionen der Wärmelinien sind der Ausdruck verschiedener, sehr merkwürdiger Thatsachen in dem gegenwärtigen physischen Zustande der Erde: sie zeigen uns, daß die östlichen Theile der beiden

großen Continente heutigen Tages kälter sind, als die westlichen, so daß die strengste Kälte von Labrador und Canada von der einen Seite, und von Sibirien von der andern Seite in die allgemeinen Gesetze eintreten. Auf dem alten Continente vermindert sich die mittlere Jahrestemperatur auf einem und demselben Parallelkreise in dem Maße immer mehr, als man weiter gegen Osten vorwärts schreitet, wie man in nachstehender Tabelle finden wird:

| Oerter | Breitegrade | östliche Länge | mittlere jährliche Temperatur |
|---|---|---|---|
| Amsterdam | 52° 22′ | 2° 30′ | 11°, 9. |
| Warschau . | 52° 14′ | 18° 43′ | 8°, 2. |
| Kopenhagen | 55° 41′ | 10° 15′ | 7°, 6. |
| Moskau . . | 55° 45′ | 35° 12′ | 4°, 6. |
| Kasan . . | 55° 48′ | 46° 44′ | 1°, 3. |
| Christiania . | 59° 56′ | 8° 28′ | 6°, 0. |
| Upsala . . | 59° 51′ | 15° 18′ | 5°, 6. |
| Petersburg . | 59° 58′ | 27° 59′ | 3°, 8. |
| Tobolsk . . | 58° 12′ | 65° 58′ | — 0°, 63. |

Das Gleiche findet sich in Amerika, wo das Klima im Westen der Alleghanys weit gelinder ist als im Osten. Ebenso bieten die beiden Festländer zwischen ihren Küsten große Unterschiede dar: so sind z. B. Labrador, Canada, die vereinigten Staaten weit kälter, als Skandinavien und die ganze europäische Küste, wie man aus folgenden Beispielen ersehen kann.

| Oestliches Amerika | | | westliches Europa. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ort | Breite | mittlere Temperatur | Ort | Breite | mittlere Temperatur |
| Nain . . | 57° 8′ | 3°, 1. | Stockholm | 59° 20′ | 5°, 7. |
| Quebeck . | 46° 47′ | 5°, 6. | Nantes . | 47° 13′ | 12°, 6. |
| Neu-York . | 40° 40′ | 12°, 1. | Neapel . | 40° 50′ | 17°, 4. |

Das Innere der großen Continente ist gewöhnlich kälter, als die Küsten, die Inseln oder die Gegenden, die von Meeren durchschnitten sind, und in Spitzen in dieselbe hineinragen. So baut man z. B. in

Britannien, Schottland, Irland rc. auf ebenem Lande die südlichen Pflanzen, und die Winter sind daselbst milder als in Mailand und der ganzen Lombardei; aber aus demselben Grunde ist der Sommer weniger heiß, häufig nebelig und regnerisch, und schneit es sogar manchmal. Es folgt hier ein Beispiel:

Klima auf dem Continent.

| Ort | Breite | mittlere Temperatur | Winter | Sommer |
|---|---|---|---|---|
| Ofen . | 47° 29′ | 10°, 6. | — 0°, 6. | 21°, 4′ |
| Wien . | 48° 12′ | 10°, 3. | + 0°, 4. | 20°, 7′ |
| Kasan . | 55° 48′ | 3°, 1. | — 16°, 6. | 18°, 8′ |

Klima auf dem Meere.

| Ort | Breite | mittlere Temperatur | Winter | Sommer |
|---|---|---|---|---|
| Nantes | 47° 13′ | 12°, 6. | 4°, 7. | 18° 8′ |
| St. Malo | 48° 39′ | 12°, 1. | 5°, 7. | 18° 9′ |
| Edinburg | 55° 57′ | 8°, 8. | 3°, 7. | 14° 6′. |

Die verschiedenen Richtungen der Winter- und Sommerlinien geben uns diese extremen Klimaten, wo auf strenge Winter brennend heiße Sommer folgen; so findet man z. B. zu Neu-York unter 40d 40′ die Winter von Norwegen und die Sommer von Italien; zu Moskau und Kasan findet man die Winter von Lappland, und die Sommer von Touraine, zu Peking hat man unter 39d 54′ die Winter von Upsala und die Sommer von Kairo. Die nachstehende Tabelle gibt einige dieser extremen Klimaten an.

| Ort | Breite | mittlere Temperatur | die mittlere des Winters | die mittlere des Sommers |
|---|---|---|---|---|
| Peking | 39° 54′ | 17°, 7. | — 3° 1′ | 28°, 1. |
| Neu-York | 40° 40′ | 12°, 1. | — 1° 2′ | 26°, 2. |
| Quebeck | 46° 47′ | 5°, 6. | — 9° 9′ | 20°, 0. |
| Zürich . | 47° 22′ | 8°, 8. | — 1° 2′ | 17°, 8. |
| Ofen . | 47° 29′ | 10°, 6. | — 0° 6′ | 21°, 4. |
| Prag . | 50° 5′ | 9°, 7. | — 0° 3′ | 20°, 5. |

| Ort | Breite | mittlere Temperatur | die mittlere des Winters | die mittlere des Sommers |
|---|---|---|---|---|
| Göttingen | 51° 32′ | 8°, 3. | — 0° 9′ | 18°, 2. |
| Warschau | 52° 14′ | 9°, 2. | — 1° 8′ | 20°, 6. |
| Moskau | 55° 45′ | 4°, 6. | — 11° 8′ | 19°, 5. |
| Paris . | 48° 50′ | 10°, 6. | + 3° 7′ | 18°, 1. |

Alle diese thermalen Verhältnisse sind das Resultat der gegenwärtigen Beschaffenheit (Lage, Form ꝛc.) der Länder und Meere, und sicherlich würden einige Veränderungen in ihrer Ausdehnung, Form, relativen Lage und sonstiger Beschaffenheit auch Veränderungen in allen Isotermenlinien herbeiführen.

Die Unterdrückung Afrika's, die Einsenkung des Innerasiens, die Verlängerung Asiens gegen Neuholland, die Ausfüllung des Meeres der Antillen und des Meerbusens von Mexiko ꝛc., würden nothwendig die klimatischen Verhältnisse von Sibirien und von Labrador verändern; es würde vielleicht Alles eine umgekehrte Richtung nehmen, und für das milde Klima des westlichen Europa's würde vielleicht das rauhe und kalte der östlichen Gegenden eintreten.

---

## Von den Phänomenen, welche die Oberfläche der Erde verändern.

### I. Erdbeben.

§. 17. **Beschreibung dieses Phänomens.** — Gewiß hat schon Jeder von der furchtbaren Geißel sprechen gehört, die in einem Momente aus den blühendsten Städten einen Schutthaufen macht, und zuweilen den umgebenden Boden umwälzt. Ihrer Erscheinung geht oft ein dumpfes Geräusch, ein unterirdisches Rollen voraus, das sich häufig lange Zeit vor der Katastrophe, für welches dasselbe gleichsam

ein Vorspiel ist, hören läßt. Mehr oder weniger heftige Schwankungen lassen sich einige Sekunden oder einige Minuten lange hierauf wahrnehmen, und folgen mehr oder weniger schnell auf einander. In gewissen Fällen setzen sie sich sogar in verschiedenen Zwischenräumen mehre Tage, ja mehre Monate und selbst ganze Jahre lang fort. Diese Bewegungen sind verschiedener Art; denn entweder sind sie horizontale stoßartige Oscillationen, die mehr oder weniger schnell auf einander folgen, oder sind sie vertikale Stöße, d. h. plötzliche Hebungen und Senkungen des Bodens, oder sind es verschiedenartige Drehungen. Manchmal vereinigen sich fast zu gleicher Zeit alle Arten von Erdbeben, und ist dies der Fall, so ist ihrer Verwüstung Alles preis gegeben.

Manchmal findet sich ein Erdbeben bloß auf einen gewissen, oft selbst ziemlich engen Raum beschränkt; ein Beispiel von einem solchen Erdbeben war das auf der Insel Ischia, am 2. Februar 1828, welches man auf keine Weise, weder auf den benachbarten Inseln, noch auf dem Continente wahrnahm. Häufig erschüttert es auch auf einmal eine unermeßliche Fläche: ein solches war das von Neugranada am 17. Juni 1828, das sich auf mehrere Millionen Quadratmyriameter ausdehnte; oder pflanzt es sich auf enorme Entfernungen hinaus fort, wie das allbekannte Erdbeben von Lissabon im Jahre 1755, das sich einerseits bis nach Lappland, und anderseits bis nach Martinique fortsetzte; in einer Querrichtung ließ es sich von Grönland bis nach Afrika fühlen, wo Marokko, Fetz und Mequinez zerstört wurden: ganz Europa empfand damals die Wirkungen in demselben Momente. Im Allgemeinen kann man aus den verschiedenen Erzählungen viele Beispiele von einer solchen Fortpflanzung auf mehr oder weniger beträchtliche Längen und verschiedene Breiten hinaus entnehmen und sogar Thatsachen daraus ableiten, daß sich die Erschütterung

oft in der Richtung eines größten, mehr oder weniger gegen den Aequator geneigten Kreises ausgedehnt hat.

§. 18. **Wirkungen der Erdbeben.** — Wenn die Erdbeben heftig sind, so stürzen sie nicht nur ganze Städte mit den festesten Gebäuden um, wovon man so viele denkwürdige Beispiele hat, sondern sie lassen sogar auch den Boden bedeutende Modifikationen erleiden. Die von Calabrien im Jahr 1783 liefern uns davon Beispiele, die um so werthvoller sind, als die Thatsachen von den ausgezeichnetsten Männern jener Zeit, z. B. von Vivenzio, dem Leibarzt des Königs von Neapel, von Grimaldi, Hamilton, Dolomieu rc., und endlich durch eine Commission der königlichen Akademie zu Neapel aufgezeichnet worden sind. In diesem unglücklichen Lande wurde Alles über einander geworfen; der Lauf der Flüsse entweder unterbrochen oder verändert; die festesten Gebäude wurden von oben an bis unten hinaus gespalten und Häuser über das Niveau der Gegend gehoben, während andere, die oft nur in ganz geringer Entfernung von jenen standen, mehr oder weniger tief in den Boden sanken; gewisse Theile derselben erhoben sich über die andern, und alle Grundmauern wurden aus dem Boden gestoßen. Dieser öffnete sich an allen Orten, häufig in langen Spalten, wovon einige sogar 150 Meter Breite hatten; die einen waren isolirt, zuweilen gabelförmig und häufig noch von andern Rissen senkrecht durchschnitten (Fig. 8); andere waren strahlenförmig um

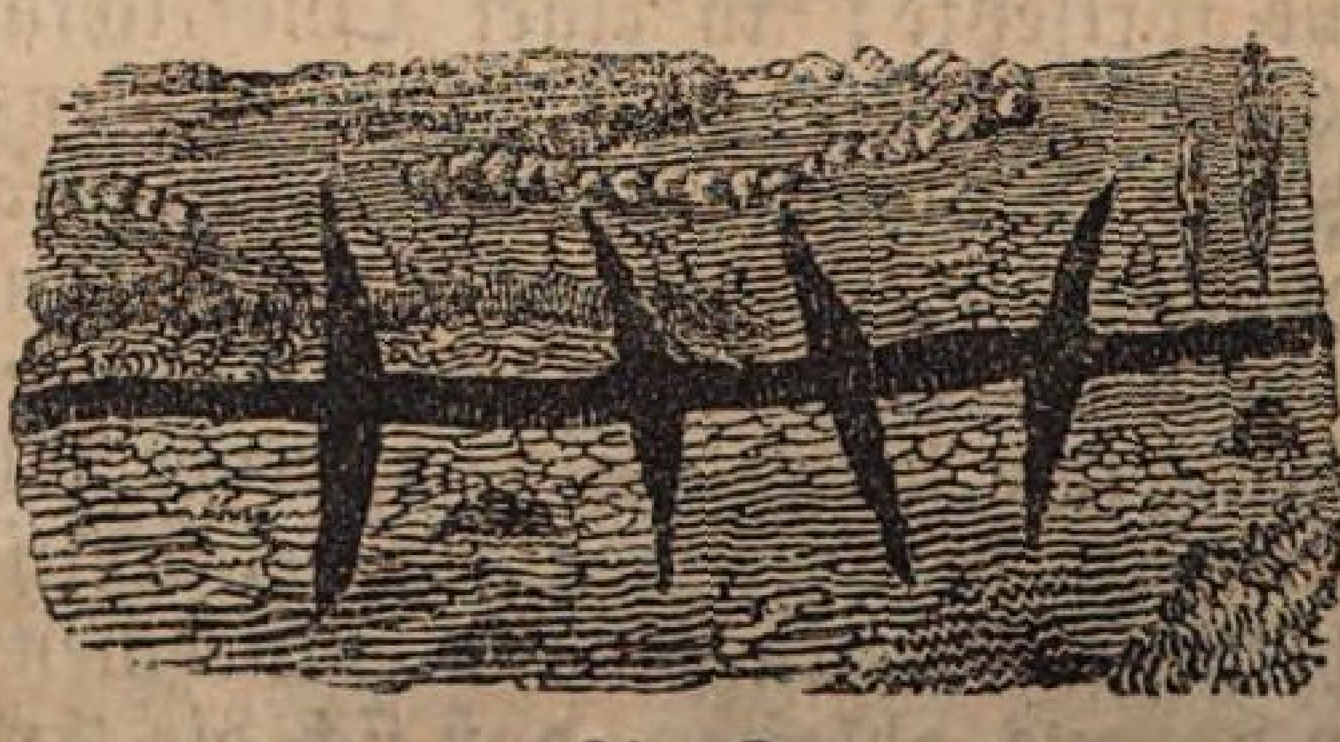

Fig. 8.

einen Mittelpunkt, ähnlich einer zerbrochenen Glasscheibe, vereinigt (Fig. 9). Die einen, die im Mo-

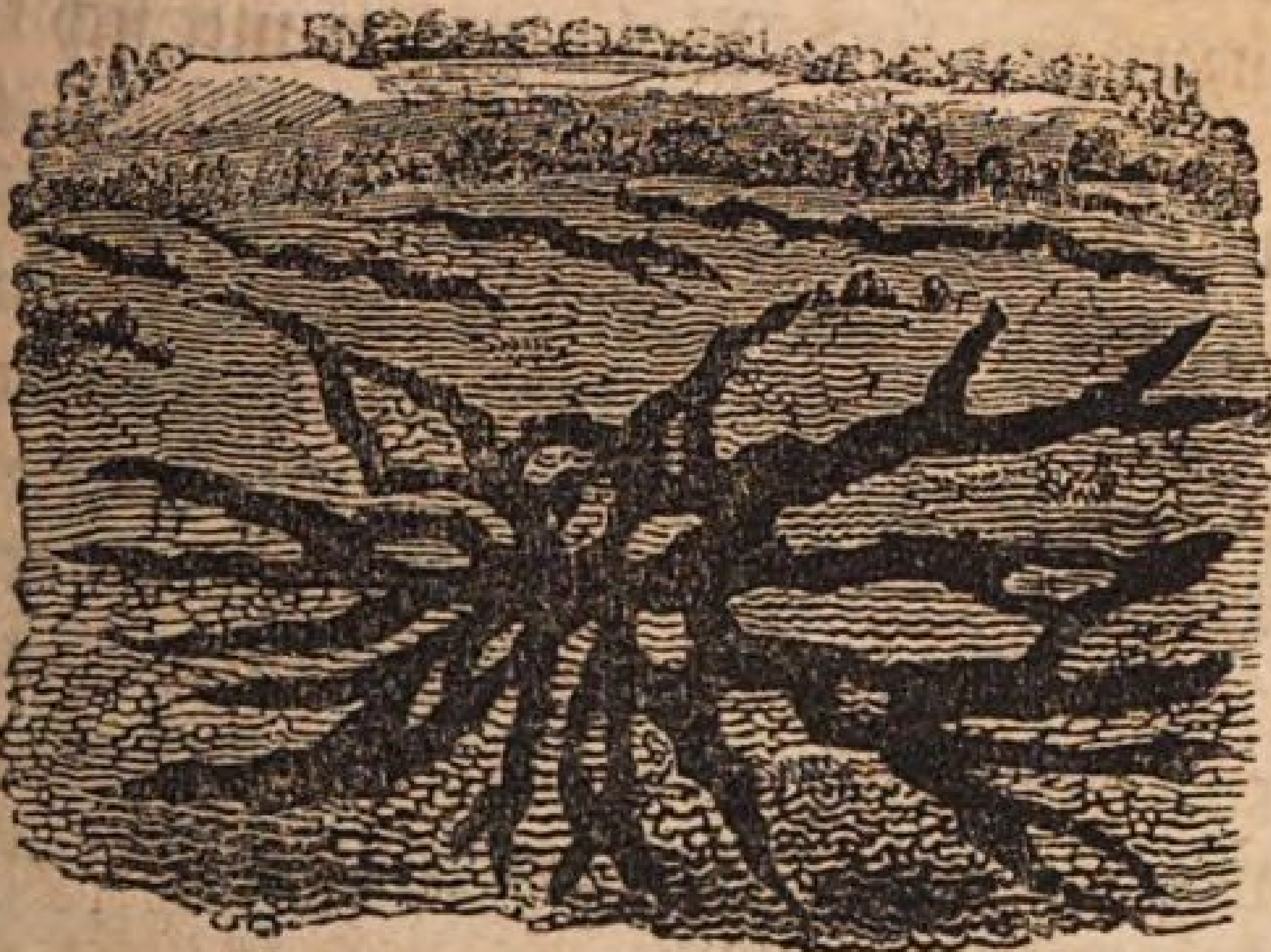

Fig. 9.

Fig 8 u. Fig. 9. Durch Erdbeben gebildete Spalten.

mente des Stoßes offen standen, schlossen sich plötzlich und zermalmten zwischen ihren Wänden die verschlungenen Gebäude; andere blieben dagegen nach der Bewegung weit geöffnet, oder erweiterten sich noch mehr durch die folgenden Erschütterungen. In dem einen wie in dem andern Falle sah man entweder die beiden Ränder der Spalte in einer Ebene liegend, oder sah man ein mehr oder weniger hervorspringendes Gewölbe (Fig. 10), oder ragte der eine Theil weit über den andern empor (Fig. 11 und 12), so daß also

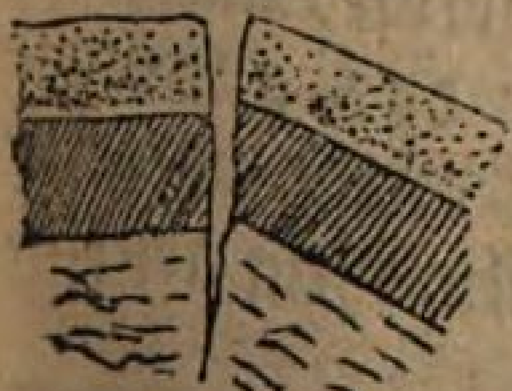

Fig. 10.

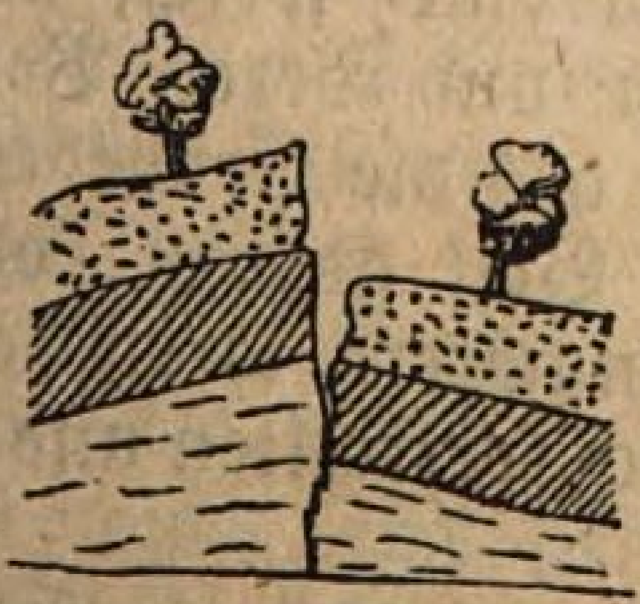

Fig. 11.

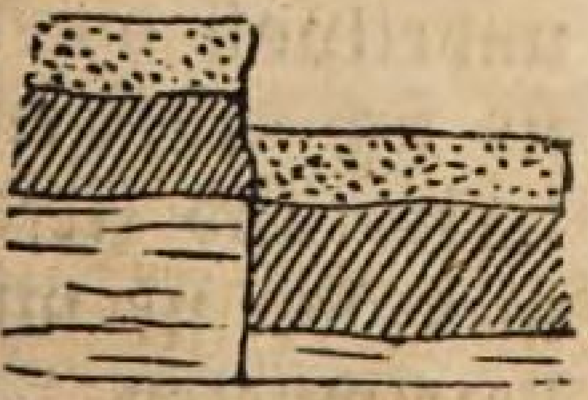

Fig. 12.

Fig. 10, Fig. 11 u. Fig. 12. Veränderungen im Niveau, durch die Erdbeben erzeugt.

nothwendig der eine Rand sich gehoben und der andere gesenkt haben mußte. Mehr oder weniger ausgedehnte Strecken Landes sanken plötzlich in die Tiefe, dabei Pflanzungen und Wohnungen mit sich fortziehend und einen Abgrund mit senkrechten, 80 bis 100 Meter tiefen Wänden hinter sich lassend. In gewissen Fällen drang unmittelbar aus dem Boden dieser Höhlen eine ungeheure Wassermasse, und entstanden mehr oder weniger große Seen, die manchmal keinen sichtbaren Abfluß zeigten, und wo anders ungeheure Ströme lieferten. Dagegen wurden in andern Fällen ganze Flüsse durch die Risse und Klüfte des Bodens verschluckt, wo sie sich entweder nur für eine Zeitlang oder für immer verloren.

Aber außer den zahlreichen Spalten und den verschiedenen Klüften, welche die Gewässer in sich aufnahmen, dafür neue lieferten, ihnen einen neuen Lauf gaben, geschah es auch, daß ganze Felsmassen in die Thäler hinabstürzten und die Gewässer in ihrem Laufe hemmten, die dann alsbald in dem oberen Theile des Thales Seen bildeten. Die angesammelten Gewässer machten sich von neuem Bahn, entweder dadurch, daß sie an gewissen Stellen die Thalwände durchbrachen, oder einige Spalten der Gebirge erweiterten; oder auch wohl das neue Hinderniß durchfraßen und es entweder ganz oder theilweise über den Haufen warfen. Daher die furchtbaren Eisbrüche und ungestümen Ströme, welche ungeheure Felsmassen mit sich fortrollten und deren Verheerungen eben so unheilvoll wurden als die Erdbeben selbst, und indem sie sich ein neues Bett gruben, oder das alte erweiterten und tiefer machten, ihren Lauf durch die Trümmer, die sie mit sich fortrollten und allmählig absetzten, bezeichneten.

Der Hauptschauplatz des Erdbebens war zwar zwischen Oppido und Soriano, aber es zog sich auch über die Meerenge bis nach Messina fort; vor dieser

Stadt wurde mehr als die Hälfte zerstört, und 29 Marktflecken und Dörfer wurden geradezu verschlungen. Der Grund des Meeres senkte sich und wurde an verschiedenen Stellen umgestürzt. Das Ufer wurde durch Spalten zerrissen, und der ganze Boden längs des Hafens von Messina neigte sich gegen das Meer hin, indem es sich plötzlich um mehrere Decimeter senkte; das Vorgebirge, das den Eintritt desselben bildete, war in einem Augenblicke verschwunden.

§. 19. **Verschiedene Hebungen und Senkungen.** — Die Erdbeben, die zwischen den Küsten von Chile in den Jahren 1822, 1835 und 1837 stattfanden, haben nicht weniger merkwürdige Folgen gehabt. Verschiedene Theile der Küste von Valdivia an bis Valparaiso, d. h. in einer Ausdehnung von mehr als 200 Stunden, haben sich merklich über das Wasser gehoben, ebenso auch verschiedene benachbarte Inseln; an demselben Phänomen nahm auch der Boden des Meeres auf eine beträchtliche Distanz hinaus Theil. An den Küsten haben sich bis dahin unter dem Wasser versteckte Felsen 2—3 Meter hoch über das Niveau desselben, sammt den Muscheln, die auf ihrer Oberfläche lebten, gehoben; Flüsse, die an diesen Küsten ausmündeten, sind da durchwatbar geworden, wo sonst kleine Briggs fahren konnten; im Meere haben ganz bekannte Ankerplätze an Tiefe in demselben Verhältnisse abgenommen, und an verschiedenen Punkten, die man sonst leicht passiren konnte, setzen sich Untiefen solchen Schiffen entgegen, die zu ihrer Fahrt viel Wasser bedürfen.

Etwas Aehnliches geschah in Indien während des Jahres 1819; ein 50 Meilen langer und 16 Meilen breiter Hügel erhob sich mitten in einem ehemals platten und ebenen Lande, und hemmte den Lauf des Indus. Dagegen senkte sich das Land weiter gegen Süden und parallel mit derselben Richtung, und zog mit sich das Dorf und Fort Sindre, welches,

obgleich halb unter Wasser gesetzt, stehen blieb. Die östliche Mündung des Flusses wurde an mehreren Stellen tiefer, und gewisse Theile seines Bettes, die sonst durchwatet werden konnten, waren mit Einem Male nicht mehr durchwatbar.

Die Erzählungen aller Zeiten und Orten berichten uns ganz ähnliche Thatsachen. Ueberall ist es die Rede von einem Zerspalten des Bodens, von tiefen Abgründen, in welche Städte, ja ganze Gegenden sanken, und aus welchen sich mephitische Dünste, enorme, bald warme, bald kalte Wassermassen, manchmal sogar Flammen sich erhoben; oder spricht man von Ebenen, die plötzlich zu Gebirgen geworden sind, von Untiefen, die sich mitten im Meere gebildet haben, von gespaltenen, zerrissenen und umgestürzten Bergen, von bergigen Terrains, von hundert Meilen langen Felsen, die mit einem Male eben gemacht und durch See'n ersetzt worden sind. Fließende Gewässer haben entweder ihren Lauf verändert, oder haben sich in einen Abgrund verloren; See'n trocknen aus, indem sie ihre Dämme durchbrechen, oder verlieren sich in unterirdischen Abflußkanälen, die sich plötzlich bildeten; an einem andern Orte erschließen sich dagegen ungeheure Quellen, die neue Flüsse erzeugen, welche aus einer Felsenspalte hervorspringen, ohne daß man wüßte, woher sie kommen. Warme Quellen sind plötzlich erkaltet oder vertrocknet, andere zeigen sich dagegen da, wo sonst keine waren. Alle diese Phänomene deuten offenbar auf Risse und Spalten hin, die sich im Boden erzeugen und oft neue Kanäle für die Gewässer bilden, die zuvor darin in Umlauf gesetzt werden konnten.

Die Erscheinungen, die auf die Meeresküsten sich beziehen, werden von den Autoren oft auf eine eigenthümliche Weise beschrieben; selten findet man eine deutliche Erklärung von der Erhebung des Bodens,

und es wird dieselbe Sache bloß in andern Ausdrücken wieder gegeben. So sagen die einen, daß sich das Meer mehr oder weniger weit zurückgezogen, und sein Bett entweder bloß einige Augenblicke lang oder für beständig trocken gelassen habe; während dagegen andere behaupten, daß das Meer mehr oder weniger hohe Küsten verschlungen habe. Wir übersetzen diese Angaben mit den Ausdrücken von Schwankung des Bodens, wenn das Phänomen bloß vorübergehend ist, und von gehobenen oder gesenkten Küsten, wenn es permanent ist, weil wir diese Wirkungen auf die festen Theile der Erde und nicht auf das Meer, dessen Niveau unveränderlich ist, beziehen (§. 20).

Ueberall finden wir die nämlichen Thatsachen wieder — in den neuern Erzählungen, wie in den ältesten Sagen; und was wir in unsern Tagen sehen, macht das, was uns von den ältesten Zeiten überliefert worden ist, höchst wahrscheinlich. Wer würde es heutigen Tages wagen, Plinius einer förmlichen Lüge zu zeihen, weil er, wie es die Geschichtschreiber sagen, berichtete, daß durch ein Erdbeben Sicilien von Italien, die Insel Cypern von Syrien, und die Insel Euböa (Negroponte) von Beotien ꝛc. getrennt worden sei? Wir könnten nicht einmal mit Bestimmtheit läugnen, daß das, nach den ägyptischen Traditionen in einem Tag und einer Nacht im Meere untergegangene Atlantis existirt habe.

Alle diese Beobachtungen zusammen zeigen uns offenbar, daß lange Zeit hindurch ungeheure Erhebungen und Senkungen sich bildeten, wodurch erst die Erdoberfläche ihre jetzige Gestalt gewann.

§. 20. **Unveränderlichkeit im Niveau des Meeres.** — Wir haben so eben gesenkte und gehobene Küsten zugegeben, und die Unveränderlichkeit im Niveau des Meeres als Grundsatz aufgestellt; da aber diese Behauptung den allgemein verbreiteten

Vorstellungen, und selbst den in den meisten geologischen Lehrbüchern ausgesprochenen Meinungen zuwiderläuft, so muß man sie nothwendig auf eine Demonstration stützen. Die Gesetze der Hydrostatik lehren uns nämlich, daß eine Flüssigkeitsmasse in einem Punkte ihrer Oberfläche weder ein permanentes Steigen, noch ein permanentes Fallen darstellen kann, und daß sich das Niveau überall herstellen muß. Daraus folgt nun, daß das Niveau des Meeres nicht in einem Punkt stationär bleiben kann, ohne sich zugleich an allen andern Punkten so zu erhalten, und daß die Gewässer nicht an einer Stelle steigen oder fallen können, ohne die nämlichen Veränderungen in allen Punkten desselben Beckens zu erleiden. Es sind uns Tausende von Lokalitäten bekannt, wo die Oberfläche der Meere seit den ältesten geschichtlichen Zeiten auch nicht die geringste Veränderung erlitten hat; das Niveau hat sich also nicht verändert, und diese Unveränderlichkeit ist die zuverlässigste Thatsache, die wir kennen, weil alle Zeiten den Beweis dafür lieferten. Wenn man auf der andern Seite den Unterschied sieht, der sich an der Küste von Chile ausspricht und daher, wie die Bewohner dieses Landes, zu der Annahme veranlaßt wird, daß sich das Meer zurückgezogen habe, d. h. daß es in seinen Bezirken gefallen sei, so wird man auch, wie die Bewohner von Californien, Peru, Brasilien, vom Cap der guten Hoffnung 2c., sagen müssen, daß das Meer in derselben Zeit an diesen Oertern keine Veränderung erlitten habe. Eben so könnte man auch mit dem Bewohner von Indien annehmen, daß sich das Meer am Grunde des arabischen Meerbusens gehoben habe, und man würde finden, daß dieselbe Erscheinung in verschiedenen Epochen an den Küsten von Portugal, in der Meerenge von Messina 2c., Statt gefunden habe. Alle diese Umstände sind mit einander unvereinbar und gegen die Gesetze des

Gleichgewichts der Flüssigkeiten, und wir schließen daraus, daß man anstatt der Unveränderlichkeit des bewohnbaren Bodens, welche ein ähnlicher Irrthum, wie die Idee von der Unbeweglichkeit der Erdkugel, hervorgerufen hat, die Unveränderlichkeit der Meere zugeben muß, indem man weiß, daß die feste Oberfläche unseres Planeten der Hebungen, Senkungen und Umwälzungen jeder Art fähig ist.

§. 21. **Langsame Erhebung Schwedens u. s. w.** — Die Meinung, daß sich die Wassermasse des Meeres vermindere, oder mit andern Worten, daß das Niveau des Meeres sinke, fand sich schon bei den ältesten Naturforschern; aber es war weiter nichts als eine Betrachtungsweise, und es unternahm die Akademie von Upsala im Jahre 1731, die Sache zu constatiren. Man machte an Felsen, genau an der Stelle, die gleiche Höhe mit dem Niveau des Meeres hatte, Einschnitte, und bemerkte nach Verfluß einiger Jahre, daß sich diese um mehrere Centimeter über dem Wasser befanden, woraus man denn schloß, daß das Niveau des baltischen Meeres gesunken sei. Dieser Schluß fand aber sogleich Widersprüche, daher wiederholte man die Beobachtungen, die noch bis auf unsere Zeit fortgesetzt wurden. Es ergab sich nun wirklich, daß es in mehreren Punkten eine merkliche und ununterbrochene Einsenkung im Niveau des Meeres gibt; allein es erwies sich auch zugleich, daß diese Einsenkung nicht immer dieselbe ist, denn sie beträgt an einigen Punkten mehrere Centimeter, und an andern nur einige Millimeter; dagegen scheint das Niveau an den Küsten von Skane (Schonen) gestiegen zu sein, denn die ehemals in gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel gemachten Zeichen finden sich jetzt unter demselben.

**Aus diesen Thatsachen kann man den sichern Schluß ziehen, daß sich das Niveau des baltischen Meeres nicht mehr als das aller Meere verändert,**

sondern daß sich in Finnland und in einem großen Theil Schwedens der Boden stufenweise, ohne einen merklichen Stoß erhebt, während er sich im südlichen Theil der Halbinsel auf die nämliche Weise senkt.

§. 22. **Langsame und fortschreitende Senkungen.** — Wir haben bereits von der langsamen und fortschreitenden Senkung der Küsten von Schonen gesprochen. Diese Senkung ist auf eine unläugbare Weise durch Proben, mit denen man schon zur Zeit Linné's anfing, und durch verschiedene historische Thatsachen erwiesen worden. Es ist heut zu Tag außer Zweifel, daß schon seit vier Jahrhunderten sich die Westküste von Grönland in einer Ausdehnung von Norden nach Süden, die mehr als 200 franz. Meilen beträgt, ohne Unterbrechung gesenkt hat; vormalige Bauten sind eben so sehr auf niedern Inseln als auf dem Continente allmählig unter Wasser gesetzt worden, und häufig sah man sich genöthigt, verschiedene am Ufer gegründete Etablissements weiter in das Land hinein zu verlegen. Auch hat man Senkungen auf gewissen Inseln des Südmeeres angegeben; doch sind in diesen von den Geologen so wenig besuchten Gegenden die Thatsachen noch nicht hinreichend begründet (siehe Madreporenriffe). —

Auch ist es sehr merkwürdig, daß alle von Boussingault in den Andes vorgenommenen Messungen geringere Höhen angeben, als die 30 Jahre zuvor durch Herrn von Humboldt gemachten, woraus hervorzugehen scheint, daß sich in diesem Zeitraum die Gebirge dieses Continentes gesenkt haben, was übrigens auch mit einer andern wichtigen Beobachtung, nämlich mit der Erhebung der untern Schneegränzen dieser Gegenden, übereinstimmen würde.

§. 23. **Allgemeine Folgerung.** — Es muß nun als sehr begründet erscheinen, daß die Erdbeben große Veränderungen auf der Erdoberfläche hervorzubringen vermögen, weil in unsern Tagen weit

ausgedehnte Gegenden allmählig über das Niveau der Meere gehoben werden konnten. Nicht weniger evident ist es, daß ein langsamer Prozeß vor sich geht, durch welchen verschiedene Theile unserer Continente sich gleichfalls allmählig heben konnten, und daß dagegen sowohl allmählige Senkungen als plötzliche Versenkungen stattfinden können, die ohne Zweifel correlative Phänomene sind.

Alle diese so merkwürdigen Umstände scheinen jedoch nichts sehr Ueberraschendes an sich zu haben, wenn man über das ungeheure Mißverhältniß nachdenkt, welches zwischen der Dicke der festen Erdrinde und der von ihr bedeckten flüssigen Masse herrscht. Ist es denn so etwas Erstaunliches, wenn eine Rinde, die verhältnißmäßig so dünn ist als ein geschlagenes Goldplättchen auf einer Orange, bei der geringsten Bewegung der darunter liegenden Masse auf jede Weise beschädigt wird, besonders wenn man bemerkt, daß, weil ohne Zweifel ähnliche Bewegungen seit dem Festwerden der ersten dünnen Haut der Oberfläche stattgefunden haben, alle nachfolgenden Krusten in allen Richtungen gespalten oder zerrissen werden mußten und daher ihre Masse nicht den Widerstand einer ununterbrochenen Hülle haben kann? In den folgenden Paragraphen werden wir noch auf andere Wirkungen zu sprechen kommen.

## II. Vulkanische Erscheinungen.

§. 24. **Allgemeine Begriffe. Ausbruch, Eruption.** — Die vulkanischen Erscheinungen stehen mit den Erdbeben in engster Verbindung; sie sind gleichsam die Endresultate davon. Wenn sich bei den Erschütterungen und Erhebungen des Bodens die Erdkruste tief durchspalten findet, so stellt sich eine entweder vorübergehende oder permanente Communikation zwischen dem Innern der Erde und dem Aeußern

her, und entweichen alsdann verschiedene Arten von Mineralsubstanzen aus dem Schooße der Erde. Die Oeffnungen (Risse, Spalten), woraus verschiedene Gasarten, warmes oder kaltes, einfaches oder schwefeligsaures Wasser, und manchmal auch Schlamm hervorkommen, sind die einfachsten, vorübergehenden Resultate. Aber häufig finden auch durch den gehobenen und durchbrochenen Boden unter heftigen Detonationen Ausbrüche Statt, welche alle Trümmer des Bodens weit hinausschleudern, wie es auf St. Michael, einer der Azoren, im Jahre 1522 geschehen zu sein scheint, wo die Trümmer zweier Hügel die ganze Stadt Villa-Nova bedeckten. Gewöhnlich werden zu gleicher Zeit weiß glühende, verschlackte, bimssteinartige und geschmolzene Massen ausgeworfen, * die bald weit hinausgeschleudert werden oder an den Abhängen herabfließen, bald an der Stelle, wo sie zu Tage gefördert werden, auf mehr oder minder beträchtlichen Höhen sich anhäufen; dies findet an sehr vielen Orten Statt, von denen wir einige als Beispiele anführen werden.

§. 25. **Ausbruch auf der Insel St. Georg.** — Es war im Mai 1808, als sich auf der Insel St. Georg, einer der Azoren, mitten auf angebauten Feldern, der Boden, nachdem er sich zuvor gehoben hatte, an mehreren Punkten mit einem furchtbaren Getöse öffnete. Es bildete sich zuerst eine weite Höhle oder Krater, 9 bis 10 Hektaren groß, hierauf eine kleine in einer Entfernung von einer Meile, und endlich noch 12 bis 15 andere kleine Krater auf der gespaltenen Oberfläche. Eine ungeheure Menge Schlacken und Bimssteine wurden weit hinausgeworfen, und bedeckten in einer Ausdehnung von 4 Meilen Länge und 1 Meile Breite den Boden 1½ Meter

* Siehe Mineralogie über die Beschaffenheit der Mineralien, besonders aus der Feldspathgruppe, die wir im Verlauf der Geologie anzuführen haben werden.

tief. Hierauf sah man Ströme geschmolzener Massen mehr als drei Wochen lang ohne Unterbrechung aus dem Krater in das Meer sich ergießen.

§. 26. **Monte=Nuovo.** — Der Monte=Nuovo, der sich im Jahre 1538 am Meerbusen von Baia, an der Küste von Neapel, gebildet hatte, liefert uns noch ein Beispiel von einem ähnlichen Ausbruch. Heftige Erdbeben dauerten hier schon seit zwei Jahren: am 27. und 28. September ruhten dieselben weder bei Tag noch bei Nacht aus; die Ebene, die sich zwischen dem Avernosee, dem Monte=Barbaro und dem Meere befand, wurde alsdann in die Höhe gehoben und gespalten, u. s. w. (Pietro Giacomo di Toledo). Hierauf sah man eine große Bodenstrecke sich heben und die Form eines im Entstehen begriffenen Berges annehmen; in der darauf folgenden Nacht öffnete sich dieser kleine Erdhügel mit einem großen Geräusch und spie große Flammen, so wie Bimssteine, andere Steine und Asche aus (Porzio). Die Bimssteine rührten von der Erhebung des Bodens, welcher in ganz Campanien aus den Trümmern dieser Mineralsubstanzen besteht, die Steine und Asche dagegen von der Eruption selbst her. Man sieht noch heute auf dem südlichen Abhang des Berges einen Streifen von Schlacken, und an der Spitze desselben den Ueberrest von dem Krater, der sie auswarf. Der Ausbruch dauerte sieben Tage lang, und die ausgeworfene Masse füllte einen Theil des Lucrinsee an. Seitdem hat hier fortwährend die vollkommenste Ruhe geherrscht.

§. 27. **Jorullo.** — Etwas Aehnliches, aber von besondern Umständen begleitet, finden wir in dem, was zu Mechoachan bei der Stadt Ario, am 29. September 1759, nach zwei Monate langen Erdbeben geschah. Auf einer mit Zuckerrohr und Indigo

bedeckten und von zwei Bächen durchschnittenen Ebene bildete sich, wie Herr von Humboldt berichtet, in in einer Nacht ein am Centrum 160 Meter hoher Buckel, der von Tausenden kleiner rauchender Kegeln bedeckt war, in deren Mitte sich sechs große in einer Linie gelegene Hügel (Fig. 13) in der Richtung der

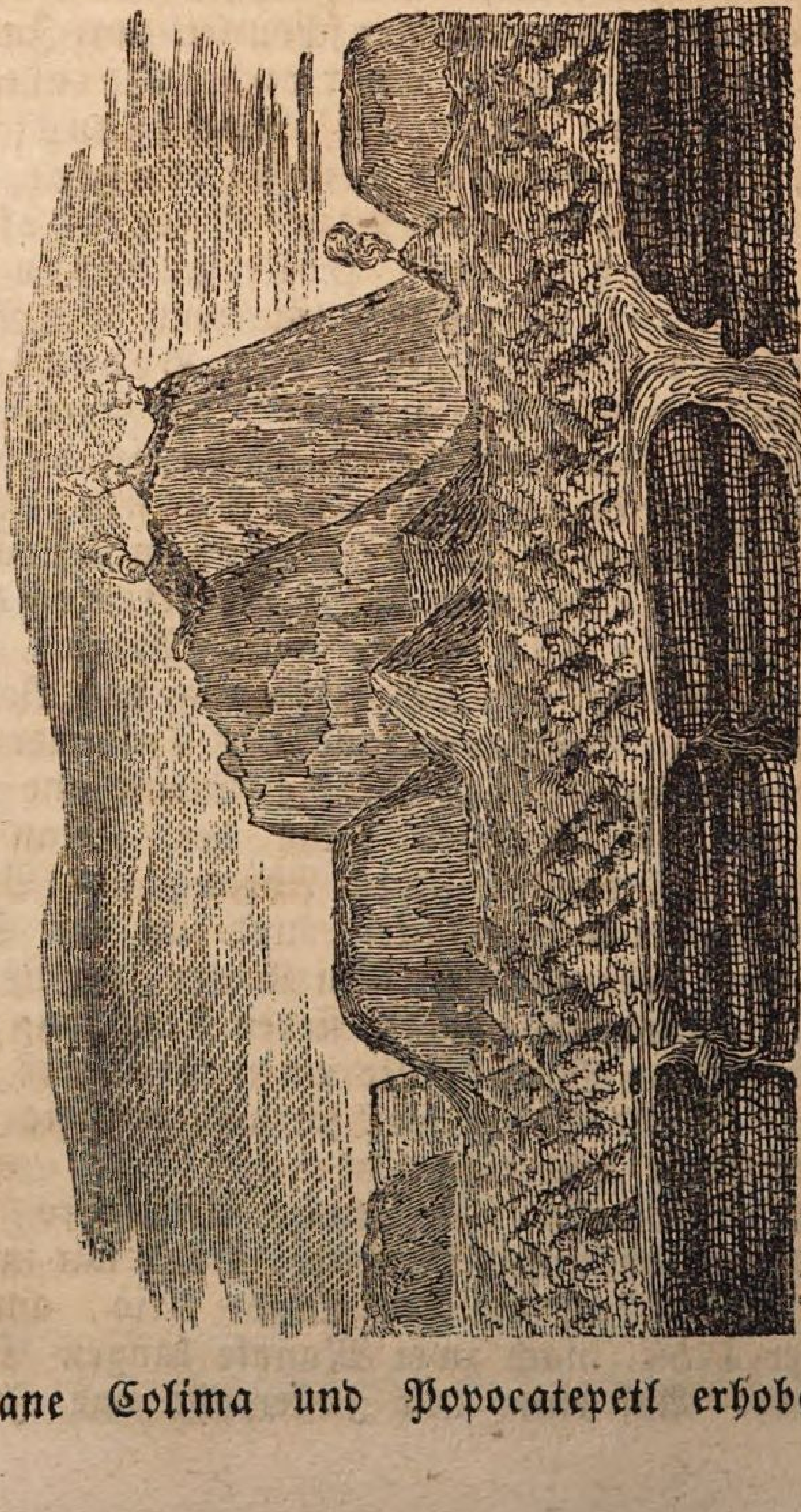

Fig. 13. Der Vulkan Jorullo.

Vulkane Colima und Popocatepetl erhoben. Der

höchste dieser sechs Hügel, Jorullo genannt, war mehr als 500 Meter über der Ebene; an seinen Abhängen floß eine Menge Lava herab.

§. 28. **Der Vesuv.** — Etwas Aehnliches mußte am Versuv vorgegangen sein, denn Strabo beschreibt diesen Berg, ohne auf irgend eine Weise von dem so merkwürdigen Kegel zu sprechen, der sich gegenwärtig daran findet (Fig. 14), und den Strabo,

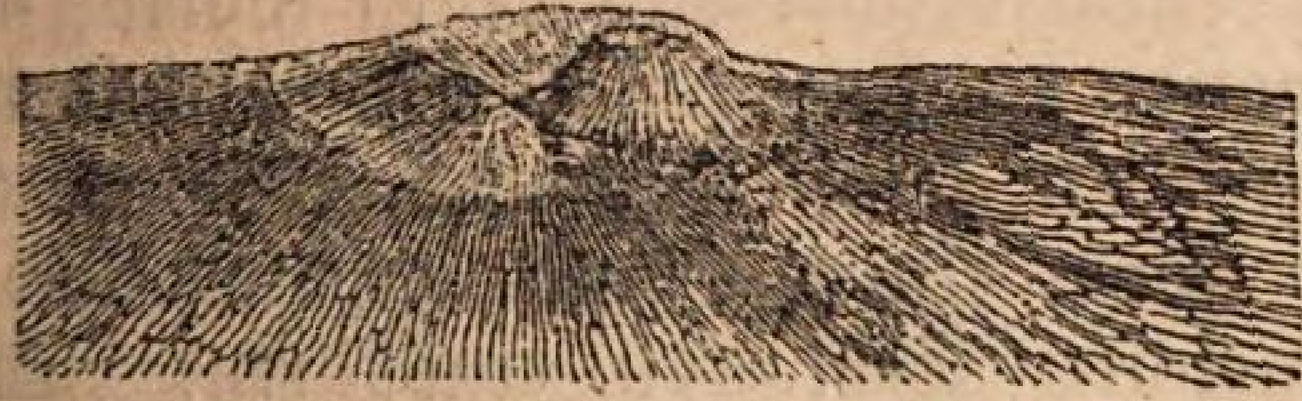

Fig. 14. Ansicht vom jetzigen Vesuv.

Fig 15. Der Vesuv zu Strabo's Zeit.

wäre er damals schon vohanden gewesen, gewiß auch angegeben hätte. Es ist also evident, daß dieser Kegel damals gar nicht vorhanden war; aber die Spitzen oder Gräte, die sich an der Nordseite in einem Halbkreis erheben und die sogenannte Somma bilden, waren wahrscheinlich ein Theil von einem vollständigen Kreise, dessen südliche, weit tiefer liegende und von der andern durch eine Diametralspalte getrennte Hälfte an der Ostseite nur noch eine Spur zeigt und an der Westseite durch die Bimssteintuffe des Salvators bloß noch angedeutet ist. Der Berg, welcher vielleicht, wie Fig. 15, aussah, „war", wie Strabo sagt, „an seinen Abhängen außerordentlich fruchtbar und bot eine abgestumpfte, großentheils ebene und ganz öde Spitze dar, die ein verbranntes Aussehen hatte, Höhlen zeigte, die von Spalten und

verkalkten Steinen angefüllt waren, woraus man vermuthen konnte, daß diese Oerter ehemals brennende Krater gewesen sind." Alles veranlaßt uns zu glauben, daß der Kegel, der heutigen Tages allein noch den Namen Vesuv hat, dessen sämmtliche Produkte von den Felsarten der Somma verschieden sind, sich erst weit später, und wahrscheinlich erst nach dem berühmten Ausbruch vom Jahr 79, welcher einem römischen Naturforscher das Leben kostete, sich bildete. Ohne Zweifel hat sich damals ein permanenter Kanal mitten durch die Stoffe hindurch gebildet, welche sich unter der Form eines Domes erhoben und welche die darauffolgenden Schlacken einhüllten. Diese Katastrophe scheint wenig Laven, aber einen fürchterlichen Umsturz hervorgebracht zu haben, „der einen großen Theil des Berges in das Meer hinunterwarf" (Plinius der Jüngere), und Herkulanum und Pompei zwar nicht unter die Ströme geschmolzener Massen vergrub, wie man gewöhnlich sagt, sondern unter Lawinen von Bimssteintrümmern, die schon zuvor auf dem Abhange des Berges vorhanden waren, denn der Vesuv selbst hat niemals ein Atom derselben erzeugt. Wenn der ganze, dem Meer zugekehrte südliche Abhang jetzt von Laven ausgefüllt ist, so ist es evident, daß derselbe vor der Bildung des permanenten Vulkanes von Bimssteintuffen bedeckt war, von denen man an verschiedenen Punkten noch Spuren sieht, und welche weit hinauf den ganzen äußern Abhang der Somma und selbst noch jetzt ganz Campanien bedecken (§. 26).

§. 29. **Definition eines Vulkans.** — Bei diesen Ereignissen, zu welchen wir keine weiteren Beispiele hinzufügen wollen, geschieht es oft, daß sich der Schlund in der Tiefe verstopft und sich wie beim Monte-Nuovo eine vollständige Ruhe herstellt. Dagegen bildet sich in andern Umständen an einer und derselben Stelle ein bleibender Kanal, entweder unmittelbar

oder nach mehreren Stößen. In diesen Fällen bildet sich manchmal ein unausgesetzt thätiger Feuerherd, woraus eine Menge Gase entweichen, wo die Lava beständig kocht und aus welchem ohne Unterbrechung Schlacken geworfen werden; dies findet z. B. bei dem Stromboli schon seit dem höchsten Alterthum Statt. Anderswo verstopft sich der Kanal in seinem obern Theile eine Zeitlang; aber das Hinderniß wird schon durch die geringste Kraft beseitigt oder es erzeugt sich in der Nähe eine neue Oeffnung durch irgend einen Riß (Fig. 16), welcher mit dem Hauptkanal anastomosirt. In allen Fällen geht daraus ein Mittelpunkt von einer leichten, ungehinderten Communikation zwischen dem Innern der Erde und der Außenwelt, d. h., ein Vulkan oder Feuerberg hervor.

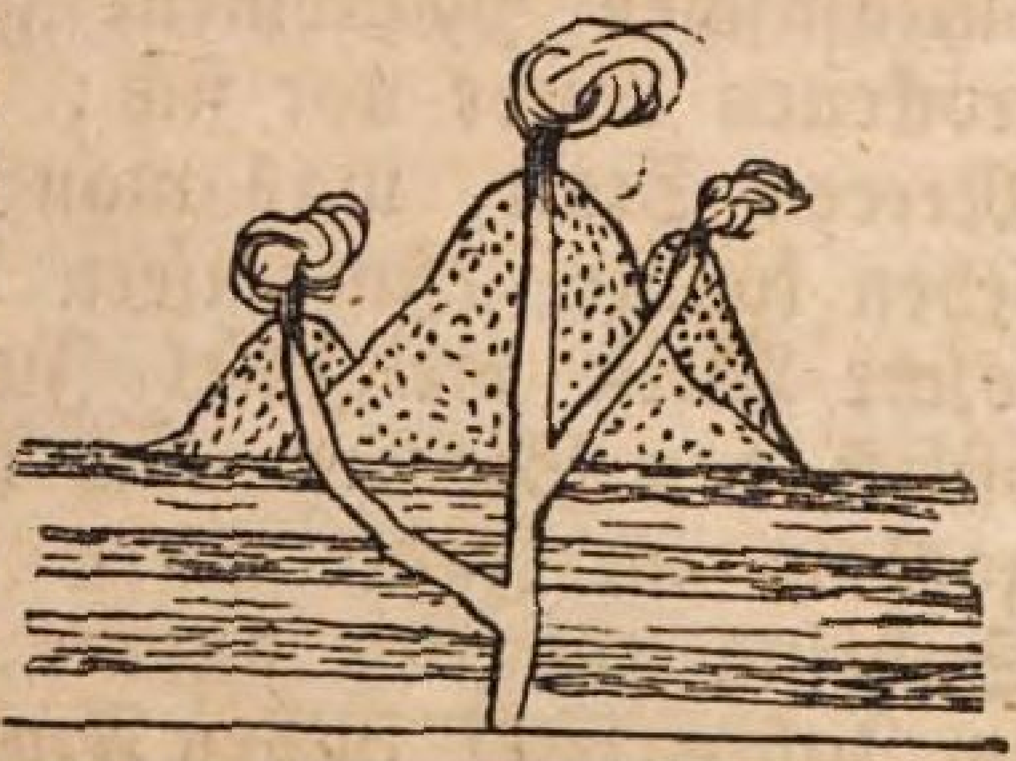
Fig. 16. Vulkanische Kanäle.

Diese leichte Communikation ist vielleicht ein Schutzmittel gegen die Heftigkeit der Erdbeben; und man bemerkt auch in der That, daß von dem Augenblick an, wo ein Ausbruch Statt findet, die Stöße, die man bis dahin verspürte, jetzt nicht nur weniger stark, sondern auch weniger zahlreich werden oder selbst ganz aufhören. So wurde z. B. dem Erdbeben von Caracas, das im Jahre 1812 Statt fand, durch den Ausbruch des Vulkanes auf St. Vincent ein Ende gemacht; eben so ließen auch der Vulkan von Jorullo und der Ausbruch des Monte-Nuovo die Erderschütterungen aufhören, welche die umgebenden Gegenden verwüsteten u. s. w. Dagegen scheint es wiederum, daß, wenn ein Vulkan thätig wird, die Erdbeben sich kundgeben: so wurde z. B. im Jahre 1797, als der Vulkan von Purace in der Nähe der Stadt Popayan aufgehört hatte, Flammen und Rauch zu

speien, das Thal von Quito von heftigen Erdstößen heimgesucht. Die Vulkane scheinen demnach natürliche Luftlöcher zu sein, die von der Vorsehung geschaffen wurden, um dem gänzlichen Zusammenstürzen unseres Planeten und seinem unvermeidlichen Zerbersten in Stücke, welche, in den Raum hinausgeworfen, daselbst neue Himmelskörper bilden könnten, zuvorzukommen.

§. 30. **Unterseeische Eruptionen.** — Die vulkanischen Phänomene gehen nicht bloß auf dem trockenen Lande vor sich; sie finden auch unter den Meeren Statt, was man auch in der That voraussehen konnte. In unsern Tagen haben wir auf eine solche Weise die Insel Julia im Jahre 1831, südöstlich von Sicilien, sich bilden sehen; so auch Boguslaw im Jahre 1814 im Archipel der Aleuten; Sabrina und eine andere, die nicht benannt wurde, im Jahre 1811 in den Azoren, wo sich übrigens nach ganz authentischen Erzählungen in verschiedenen Zeiten solche bildeten. Ebenso erhoben sich Inseln zu wiederholten Malen um Island herum; auch sprechen die verschiedenen Erzählungen von Inseln, die auf gleiche Weise in den Sundainseln, in den Philippinen und Molukken, im ganzen großen Ocean, in den Kurilen u. s. w. entstanden sind.

**Vulkan von Unalaschka.** — Eines der schönsten Beispiele ist jene Insel, die sich im Jahre 1796, 10 Meilen weit von der nördlichen Spitze von Unalaschka, einer der Aleuten, erhob. Zuerst sah man aus dem Meere eine Rauchsäule aufsteigen; hierauf erschien auf der Oberfläche des Wassers ein schwarzer Punkt, aus dessen Gipfel Garben von Feuer und Steinen mit großer Gewalt ausgeworfen wurden. Dieses Phänomen dauerte mehrere Monate lang; während dieser Zeit nahm die Insel an Breite und Höhe allmählig zu; später trat aus derselben nur noch Rauch, welcher 4 Jahre nachher ganz aufhörte.

Die Insel fuhr jedoch ohne sichtbaren Auswurf in ihrer Vergrößerung fort, und bildete im Jahre 1806 einen Kegel, den man von Unalaschka aus wahrnahm, auf welchem sich noch vier andere kleinere an der Nordwestseite befanden.

**Santorin.** — Ebenso finden wir im mittelländischen Meere ein schönes Beispiel von unterseeischen Ausbrüchen in der Mitte des Raumes zwischen den Inseln Santorin, Theresia und Aspronisi (Fig. 17), welche, den Alten zufolge, über dem Wasser meh-

Fig. 17. Die Karte von Santorin und den benachbarten Inseln.

rere Jahrhunderte vor Christus im Gefolge heftiger Erdbeben erschienen. In diesem Kreise oder Gürtel erhob sich zuerst Hiera, 186 Jahre vor unserer Zeitrechnung, welche hierauf durch kleine Inseln, die an

ihren Rändern in den Jahren 19, 726, 1427 sich erhoben hatten, größer wurde; ganz ebenso bildeten sich später auch Micra-Kameni im Jahre 1573, und Nea-Kameni im Jahre 1707, welche allmählig in den Jahren 1709, 1711, 1712 u. s. w. an Größe zunahmen. Auf keiner dieser Inseln hat sich ein Krater gebildet, und alles, was wir darauf sehen, ist bloß das Erscheinen vulkanischer Stoffe unter der Form eines Domes, welche die Mündung, durch welche sie herausgetreten sind, bedeckt zu haben scheinen. Es gibt also hier keine Vulkane nach der gegebenen Definition, aber vielleicht ist es ein Streben, in der Folge einen solchen zu bilden. Die Inseln Milo, Argentiera, Polino, Policandro, Poros u. s. w. sind aus den nämlichen Massen gebildet, und wahrscheinlich auch auf dieselbe Weise entstanden; dies berichten übrigens auch die alten Geschichtschreiber.

§. 31. **Was bei diesen Phänomenen vor sich geht.** — Diese unterseeischen Phänomene werden durch glühende Massen, die über das Wasser hinausgeworfen werden, durch Schlacken und Bimssteine, die auf der Oberfläche schwimmen, durch brennende Felsen, die in Mitte der Dampfwolken erscheinen, und durch das Kochen des Meerwassers, dessen Temperatur alsdann sehr bedeutend steigt, angekündigt. Wir haben dies in neuerer Zeit bei der Insel Julia, Sabrina u. s. w. gesehen, und ist auch von den Schriftstellern in allen Beziehungen mit den größten Details beschrieben worden. So hat uns z. B. der Pater Gorée die Erhebung des Nea-Kameni, die im Jahre 1707 Statt fand, berichtet, und alle Umstände, die er in diesem Bericht angibt, stimmen mit dem überein, was Strabo, Plinius, Plutarch, Justinus uns von dem Erscheinen Hiera's mitten unter Feuerflammen und einem heftigen Aufwallen des Meeres erzählen.

Die soeben angeführten Umstände finden sich jedoch

nicht immer alle vereinigt. Manchmal zeigt sich kein festes Gestein über dem Wasser; so war es z. B. bei Kamtschatka im Jahre 1737, wo aus dem Wasser emporgestiegene Dampfwolken, eine heftige Aufwallung des Wassers und auf der Oberfläche desselben herumschwimmende Bimssteine Alles war, was man bemerken konnte; als man aber näher hinzukam, so erkannte man eine unterseeische Bergkette an der Stelle, wo vorher das Meer eine Tiefe von 200 Meter hatte. In gewissen Fällen kommen nicht einmal Dämpfe zum Vorschein und äußert sich die Erscheinung nur durch die Wärme des Wassers. Dies sah man im Jahre 1820 an der Insel Banda, in den Molukken, wo die Bai, die mehr als 100 Meter tief war, durch ein ruhiges Emporsteigen fester Basaltmassen, die wahrscheinlich schon vorher da waren, ein ziemlich hohes, aus großen übereinander gethürmten Blöcken zusammengesetztes Vorgebirge bildeten und sich bloß durch die Wärme des Wassers ankündigten, ausgefüllt wurde. Es scheint selbst, daß sich oft nach den Ausbrüchen eine ruhige und langsame Erhebung bewerkstelligt, wie wir sie schon bei jener Insel angegeben haben, die sich vor Unalaschka gebildet hat, und wie aus den von Virlet auf Santorin gemachten Beobachtungen hervorgeht. Man fand auch in der That in dem Raume zwischen Micra-Kameni und dem Hafen von Phira, wo man einen ziemlich schroffen unterseeischen Berg bemerkt, zu Anfang dieses Jahrhunderts 30 Meter Wasser über dem höchsten Theile; im Jahre 1830 aber nur noch 8 Meter, und 4 im Jahre 1834. Es ist zu vermuthen, daß bald eine neue Insel, d. h. die Spitze eines neuen Kegels und wahrscheinlich von ähnlichen Phänomenen begleitet, wie die früher erwähnten, in diesem Golfe zum Vorschein kommen wird.

Wir wollen hier noch die Bemerkung beifügen, daß die Inseln, die sich auf der Oberfläche der Meere

erheben, sich nicht immer in unbegränzter Dauer erhalten. Viele verschwinden über kurz oder lang, entweder weil sie von den Wellen mehr oder weniger tief abgespült werden, wie man z. B. bei der Insel Julia annimmt, oder weil ihre Masse in darunter befindlichen Abgründen versinkt; dieser Umstand fand ohne Zweifel bei einer Insel Statt, die im Jahre 1719 bei St. Michael, einer der Azoren, aus dem Wasser sich erhob, und die man im Jahre 1723 verschwinden sah, wobei sie eine Tiefe von 133 Meter hinter sich ließ. Und was noch mehr heißen will: eine gewisse Insel, die sich in denselben Gewässern im Jahre 1638 erhoben hatte, zeigte heute an ihrer Stelle nur noch einen bodenlosen Abgrund.

§. 32. **Erhebungskrater.** — Die erste Wirkung eines vulkanischen Ausbruchs ist die, daß er mit Gewalt die Erdkruste in der Richtung durchbricht, welche die inneren Stoffe zu ihrem Entweichen genommen haben. Der Boden wird, von welcher Beschaffenheit er auch sein mag, zuerst in einer mehr oder weniger großen Ausdehnung gehoben, oder in der Form einer Glocke gewölbt und oft auf alle Arten gespalten; bald nachher bricht die Explosion aus und macht, gleich einer furchtbaren Mine, die gesprengt wird, eine trichterförmige Oeffnung, durch welche häufig die Gase und andere Stoffe, die diese Erscheinung hervorgerufen haben, entweichen. Diesen ersten oder anfänglichen Oeffnungen, die sich in der ganzen Ausdehnung des Bodens finden können, hat man den Namen Erhebungskrater gegeben, um sie in der Reihe der vulkanischen Phänomen von allem dem zu unterscheiden, was sich später bilden kann. Der Hügel selbst, der sich auf der Oberfläche des Bodens durch diese erstere Wirkung gebildet hat, wird oft Erhebungskegel genannt, um ihn von ähnlichen Hügeln zu unterscheiden, die sich häufig auch

durch die Anhäufung der aus dem Vulkan geworfenen Massen bilden.

**Beschaffenheit dieser Oeffnungen.** — Was die Erhebungskrater besonders bezeichnet und es uns möglich macht, sie sogar an solchen Orten zu erkennen, wo keine Erinnerung mehr an einen Ausbruch geblieben ist, das ist die Anordnung oder Stellung der Schichten des gehobenen Bodens, die so sehr verschieden ist von dem, was man überall sonst wo beobachtet. Diese Schichten finden sich von allen Seiten um die Axe des Kegels geneigt, wie man an dem Durchschnitt, Fig. 18., sieht, wobei sie sich

Fig. 18. Lage der Schichten um einen Erhebungskrater herum.

mehr und mehr von der Basis gegen die Spitze erheben und ihren gebrochenen Theil dem Innern der Oeffnung zukehren. Der Monte-Nuovo bietet uns ein Beispiel im Kleinen dar: dieser Berg hat sich durch Erhebung des Bodens gebildet (§. 26), hat sich an seiner Spitze gespalten und hat Gase und glühende Stoffe nach außen geworfen; die Oeffnung, die man noch heutigen Tages untersuchen kann, zeigt rings herum, unter einem Neigungswinkel von 30 Graden, die verschiedenen Schichten des Bodens, welche in dem ganzen übrigen Campanien sich in horizontaler Lage finden. Die gleichen Charaktere zeigt uns der Halbkreis der Somma in seinen geneigten Leuzitporphyrlagen, und eine Menge Localitäten, von denen wir später Gelegenheit zu sprechen haben werden, bieten uns analoge Verhältnisse dar.

Einen andern, nicht minder wichtigen und besonders dann nützlichen Charakter, wenn sich die gehobenen Massen nicht in Schichten theilen, sehen wir bei den großen Erhebungskratern an den Spalten,

die sich von dem Rande der Abhänge bis zur äußern Basis des Berges ausdehnen und die Barancos, wie man sie auf den canarischen Inseln nennt, wo sie so merkwürdig sind, bilden. Dies sieht man besonders gut in der durch Leopold von Buch entworfenen bewunderungswürdigen Karte von der Insel Palma, die wir hier reduzirt wieder geben (Fig. 19). Eine dieser Barancos, die weit tiefer als die andern geht, setzt sich von dem Fuß des Berges bis zum Grund des Kraters fort, wie man auf der Karte, oder vielleicht besser noch an der Ansicht Fig. 20. sieht. Diesen letzteren Charakter bemerkt man fast immer in den verschiedenen Lokalitäten, wo sich etwas Aehnliches begeben hat, so wie auch auf den meisten Inseln, welche in neuerer Zeit aus dem Meere emporgestiegen sind; oft finden sich sogar mehrere Thäler von derselben Art.

Fig. 20. Ansicht von der Insel Palma.

§. 33. **Bemerkungen über die Bildung dieser Krater.** — Wir haben des Ausbruchs, welcher die Bildung der kraterförmigen Oeffnung an der Spitze der gehobenen Masse wirklich bestimmt, Erwähnung gethan; es ist jedoch nicht wahrscheinlich, daß der Umstand der bei den Erscheinungen auf Monte-Nuovo, der Insel St. Georg ꝛc., seine Anwendung findet, sich beständig in allen Fällen gezeigt habe; er scheint selbst völlig unzuläßig für gewisse weit ausgedehnte Krater, welche wir an sehr vielen Oertern kennen. Diese Explosion ist aber auch nicht einmal nothwendig; denn man begreift leicht, daß nach einer Spaltung des Bodens, wie in Fig. 9, welche

ein wechselseitiges Resultat der Hebung ist, der Fall eintreten kann, daß sämmtliche stehen gebliebene Kegel (quilles) und sämmtliche längliche Spitzen zwischen den Spalten entweder im Momente selbst oder durch eine neue Wirkung sich umgestürzt finden. Es entsteht alsdann eine freie Höhle (Fig. 21), deren

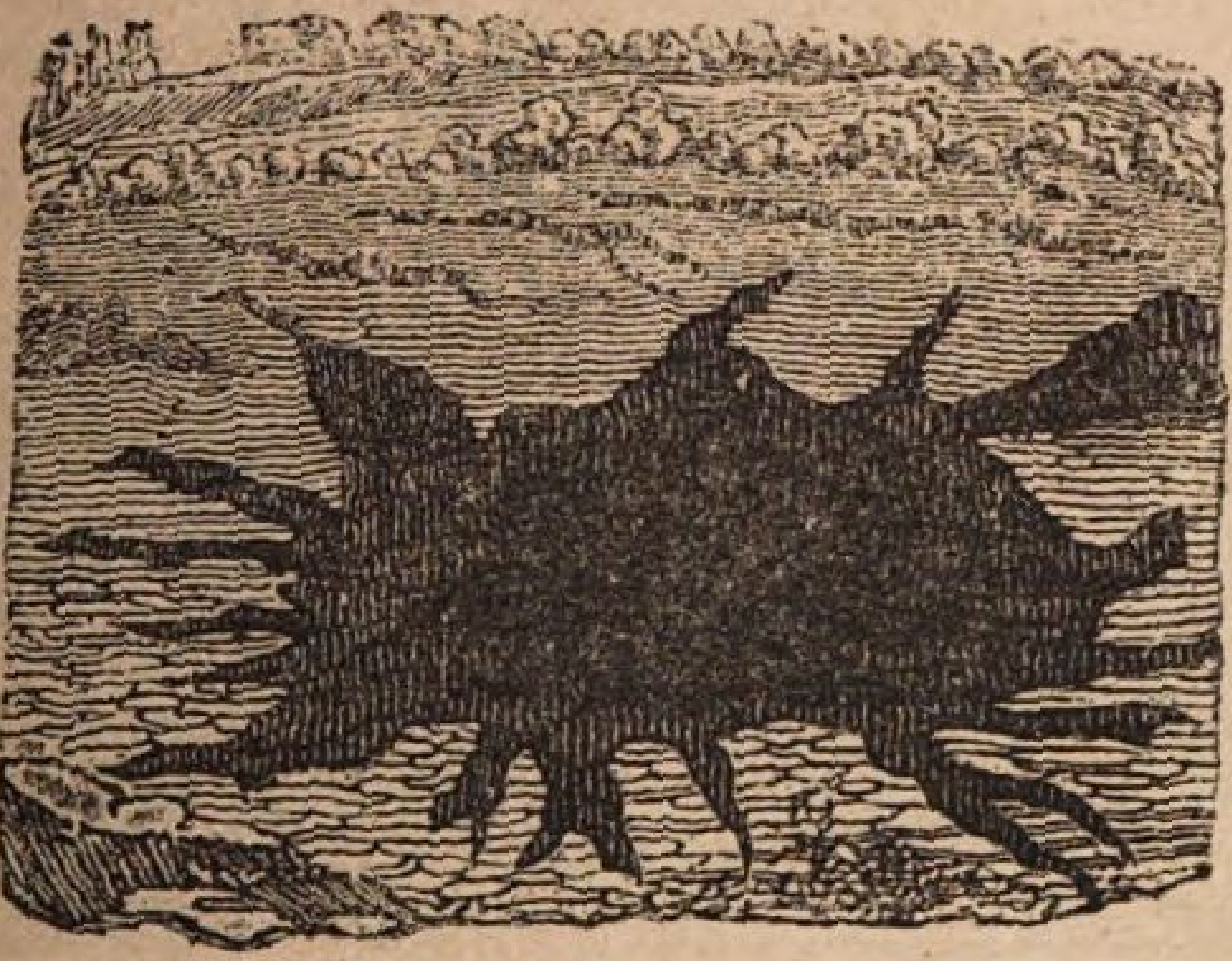

Fig. 21.

Grund sich durch die Aufhäufung sämmtlicher Trümmer gebildet hat, und deren Tiefe mit der Summe der durch die Brüche gebildeten, leeren Räume im Verhältniß steht. Auf einer andern Seite ist es klar, daß die Erhebung durch irgend eine flüssige oder gasförmige Substanz gebildet wird, welche auf die Erdrinde drückt und sie aufzuschwellen sucht. Tritt nun der Fall ein, daß diese Substanzen irgendwo einen Ausweg finden, oder sich sonstwo in die Eingeweide der Erde zurückziehen, so kann der gehobene Theil, welcher nun seiner Stütze beraubt ist, in die zurückgelassenen Abgründe sinken und daher einen ungeheuren leeren Raum in der Mitte des Berges erzeugen, der alsdann nichts mehr, als eine in ihrer Mitte ausgehöhlte und an ihren Rändern gespaltene Masse bildet. Dies scheint in einer gewissen Anzahl Fälle, und namentlich beim Aetna, geschehen

zu sein (Fig. 22), dessen östlicher Abhang eine weite Vertiefung, Val del Bove genannt, darstellt,

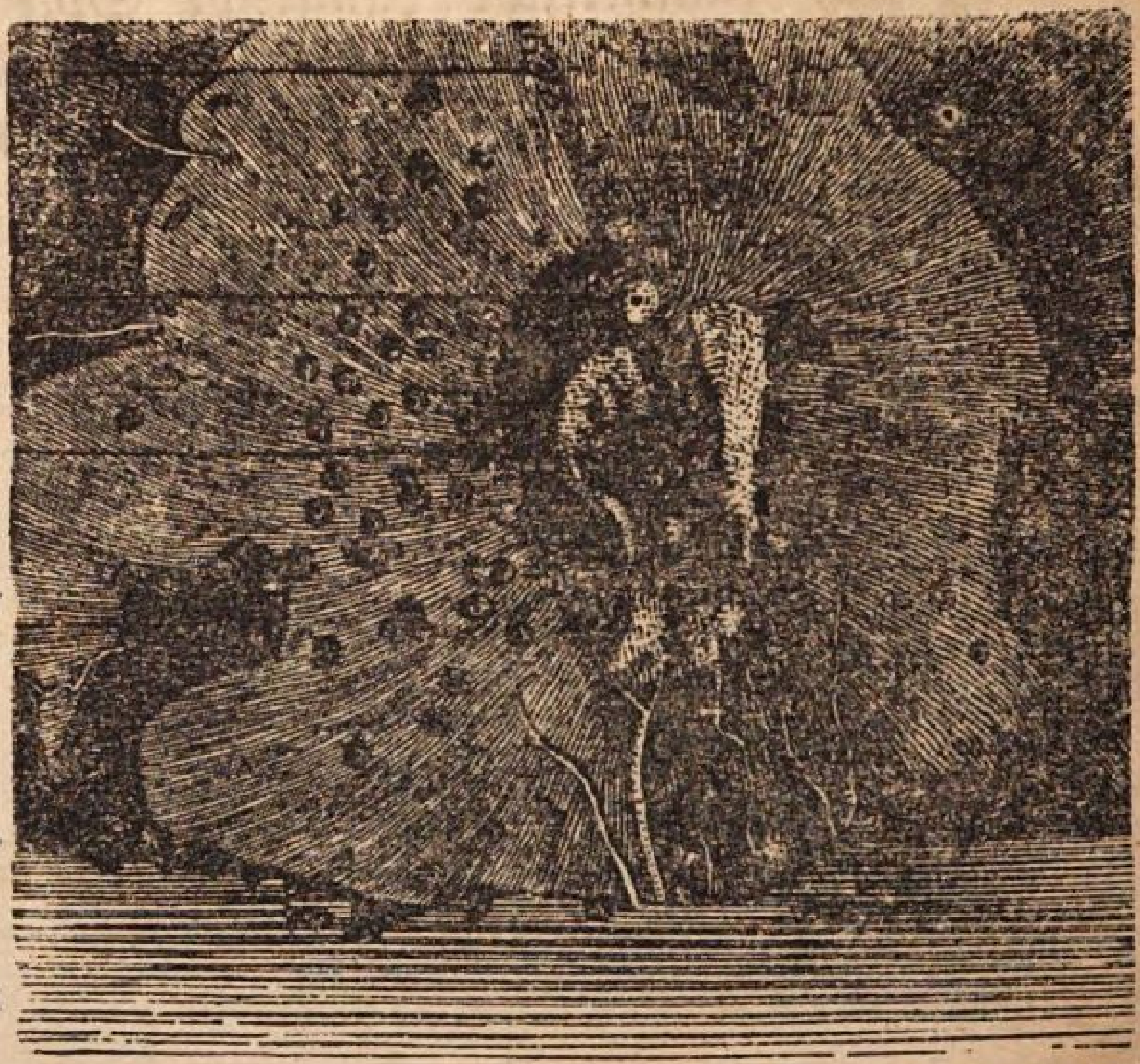


Fig. 22. Plan vom Aetna und seinen Umgebungen, nach dem Relief von Elie de Beaumont.

welche von hohen, an verschiedenen Punkten gespaltenen Gräten begränzt ist.

Man glaube aber nicht, daß dieser Commentar bloß eine theoretische Betrachtung sei; wir haben sehr viele Beispiele von Einsenkungen, sogar außerhalb des Bereiches der Wirkungen, die von den Erdbeben herrühren (§. 18). An der Spitze vom Aetna findet sich z. B. eine 400 Meter tiefe Einsenkung, die sich vom Jahre 1832 datirt, und noch mehrere andere, die am Anfange des jetzigen Jahrhunderts oder am Ende des verflossenen sich bildeten. Häufig entstehen plötzlich See'n, zuweilen mit siedendem Wasser angefüllt, durch das Versinken des Bodens in Folge vulkanischer Eruptionen, wie z. B. im Jahre 1835 bei dem vormaligen Cäsarea in Cappadocien; im Jahre 1820 auf St. Michael, einer der Azoren, ꝛc. Selbst

hohe vulkanische Berge sind plötzlich in Abgrund gesunken und durch tiefe See'n ersetzt worden, wie der Vulkan von Papandayon auf Java im Jahre 1772, welcher 40 auf seinen Abhängen stehende Dörfer mit sich fortriß; ebenso auch im Jahre 1638 der Pic auf den Molukken, den man 12 Meilen weit entfernt im Meere wahrnahm. Wir wissen, daß die Spitze des Carguaraizo, eines vulkanischen Doms, der hinsichtlich seiner Höhe mit dem Chimborazo rivalisirte, im Jahre 1698 einstürzte, und daß das gleiche Schicksal der Capac-Urcu hatte, der ebenfalls auf dem Plateau von Quito lag, kurze Zeit vor der Ankunft der Spanier in Amerika. — Solche Thatsachen, von denen wir noch ziemlich viele andere Beispiele anführen könnten, reichen gewiß hin, um die theoretische Ansicht, die wir ausgesprochen haben, zu rechtfertigen.

§. 34. **Wirkungen, die auf die Erhebung folgen.** — Die kraterförmigen Höhlen sind manchmal so geblieben, wie der erste Ausbruch sie hervorgebracht hat; oft haben sich aber auch verschiedene vulkanische Erscheinungen erst nachher in verschiedenen Zeiten und auf verschiedene Arten geäußert. So hat sich der Kegel des Vesuvs (Fig. 14) im Jahre 79 in dem alten Erhebungskrater der Somma (§. 28) gebildet; so findet sich der Pic von Teneriffa in einem Kreise, dessen vertikale Wandungen 300 bis 600 Meter hoch sich erheben; so liegt auch der Vulkan Taal auf der Insel Luçon, einer der Philippinen, in der Mitte einer mit Wasser angefüllten und von hohen Felsen, die bloß einen einzigen Eingang zwischen sich lassen, umgebenen Beckens 2c.

Die Inseln, welche sich an verschiedenen Oertern mitten in den Meeren erhoben haben, zeigen uns oft Phänomene von derselben Art. So zeigen sich die lange Zeit vor der christlichen Zeitrechnung aus dem Meere emporgestiegenen Inseln Santorin, Theresia,

Aspronisi (Fig. 17) als die Ränder eines weiten Erhebungskraters. Ihre Abhänge (Fig. 23) sind nach außen sanft, dagegen stark abschießend gegen den Mittelpunkt des Kreises, von dem sie die Ränder bilden. Der Boden ist aus verschiedenen auswärts geneigten Schichten zusammengesetzt, worunter sich

Fig. 23. Durchschnitt von Santorin und den nebenanliegenden Inseln.

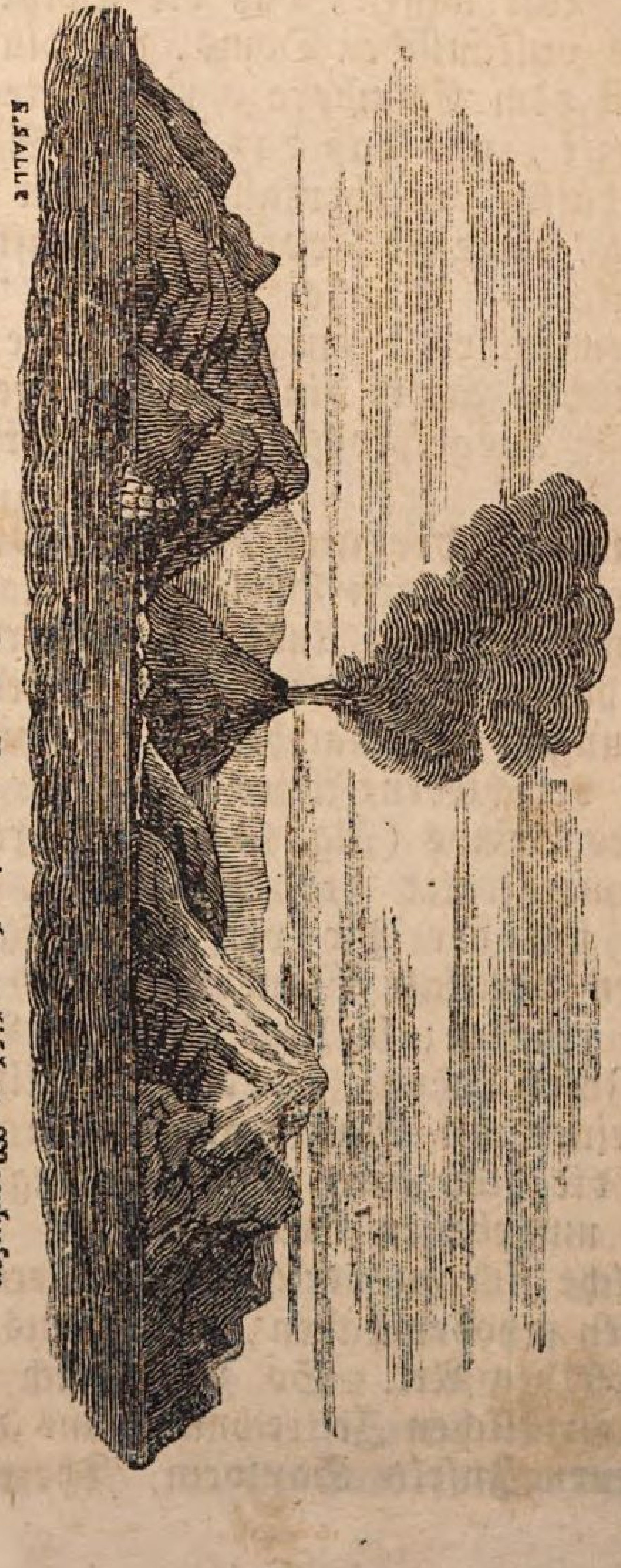


Fig. 24 Ansicht von der Insel Barren im bengalischen Meerbusen.

Kalk und Thonschiefer finden (Mineralogie, Art. Glimmerschiefer u. s. w.), welche man besonders auf den beiden St. Elias von Santorin beobachtet, und wovon sich Spuren auf Theresia zeigen. In der Mitte des Kreises, der an den Rändern eine bedeutende Tiefe hat, sind die später erfolgten Phänomene alle vor sich gegangen, sind allmählig die Spitzen der Kegel erschienen, welche die drei neuen Inseln bilden (§. 30), und bereiten sich noch neue Eruptionen vor (§. 31).

Etwas Aehnliches zeigt sich im bengalischen Meerbusen auf der im Jahre 1787 entdeckten Insel Barren. Es ist dies ein weiter, durch hohe Berge gebildeter Kreis (Fig. 24), in welchen das Meer durch eine einzige Oeffnung eindringt und welcher in seinem Mittelpunkt einen Vulkan darbietet, den man zur Zeit seiner Entdeckung in voller Thätigkeit fand.

§. 35. **Analoge Bildungen auf den vulkanischen Inseln.** — Die verschiedenen vulkanischen Inseln, die sich unter unsern Augen mitten im Meere bildeten, zeigen uns Umstände, die ganz denen analog sind, die wir schon beschrieben haben; so stellte die Insel Sabrina im Momente ihres Erscheinens einen Krater dar, der sich gegen Süden öffnete (Fig. 25 u. 26) und in einer Spalte endigte, woraus ein Strom kochenden Wassers floß; die Insel Julia mußte nach den Erzählungen etwas Aehnliches darbieten und wird noch durch eine von Poeppig uns überlieferte Erzählung des Kapitän Thayer gezeigt. Am 6. September 1835 war im Norden von Neuseeland jener Schiffer beinahe Zeuge von einer unterseeischen Eruption, welche ihm einen ringförmigen Felsen darbot, der beinahe gleiche Höhe mit dem Wasserspiegel hatte und in dessen Mitte sich eine Lagune mit einem einzigen Ausgang und mit siedend heißem Wasser angefüllt befand. Diese Inseln scheinen nun nichts Anderes zu sein, als Spitzen von Domen, die wie jene

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 25 u. Fig. 26. Erscheinen und Form gewisser vulkanischer Inseln.

des Meerbusens Santorin entweder plötzlich oder langsam gehoben worden, und deren Spitze sich, wie am Monte=Nuovo, gespalten hat (§. 26). Dies sind nun wahre Erhebungskrater oder Ausbruchskrater, wie man sie nennen mag; und als solche können sie bald feste Gesteine, bald verschiedene Tuffe oder sogar Schlacken, die sich an ihren Rändern aufhäuften,

darbieten. Der azorische Archipel, der schon so oft aus der Tiefe des Meeres ähnliche Inseln hat entstehen sehen, welche die Zeit zerstört hat, zeigt uns eine, die deßhalb dem Untergang entgangen zu sein scheint, um uns zu zeigen, wie sich alle verschwundene gebildet hatten. Es ist der Felsen von Porto de Ilheo, der einen weiten Kreis darstellt, in welchem die Schiffe einen Zufluchtsort finden, und dessen 130 Meter hohe Wände aus vulkanischem Tuff bestehen.

Diese Phänomene lassen uns den Ursprung einer ziemlich großen Anzahl Inseln, die sich in unsern Meeren finden (Fig. 27), sowohl durch die Analogie

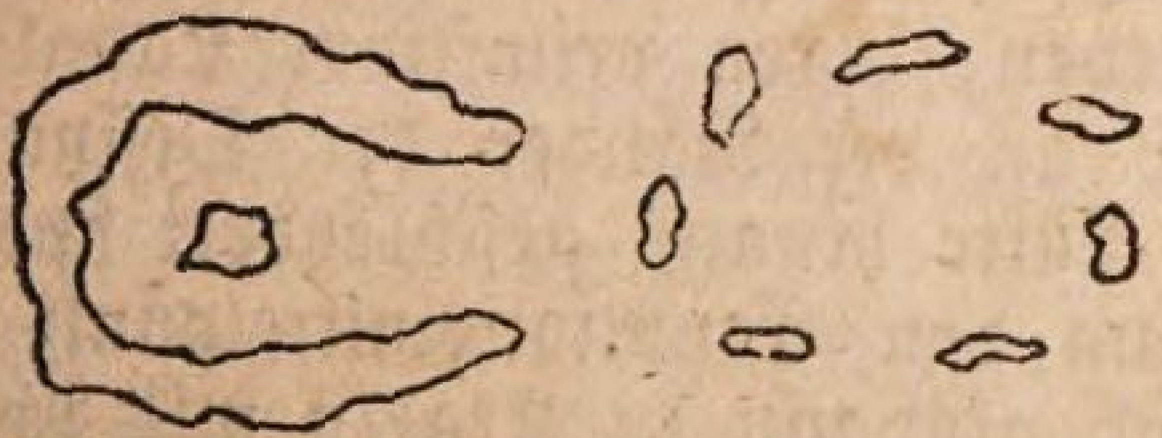

Fig 27. Diese Figur zeigt die gegenseitige Stellung gewisser Südseeinseln.

der Formen, die sie mit dem schon erwähnten darbieten, als durch ihre Beschaffenheit erkennen. Die einen sind hufeisenförmig und haben eine mehr oder minder weite Oeffnung, durch welche man in das Innere des tiefen, von ihnen eingeschlossenen Beckens eindringen kann, in dessen Mitte sich manchmal einige isolirte vulkanische Kegel finden. Andere sind vollständig geschlossen, an einigen Punkten ihres Umfangs mehr oder weniger durchbrochene Kreise, d. h. Gruppen kleiner, kreisförmig zusammengestellter Inseln, die mehr oder minder über das Wasser hervorragen. Dies sind ebenso viele Thatsachen, welche ebenso gut an die verschiedenen, von uns angeführten Thatsachen, als an die unter unsern Augen gebildeten Inseln, wie z. B. die Insel Barren und Santorin, erinnern.

§. 36. **Verschiedene Epochen bei der Bildung eines Vulkanes.** — Man muß häufig in

der Masse eines Feuerberges mehrere verschiedene Theile unterscheiden, wovon jeder einer besondern Bildungsweise entspricht. Die erste Erhabenheit ist im Allgemeinen die Folge einer Erhebung des schon vorhandenen Bodens, der irgend wie beschaffen sein kann. In der Folge spaltet sich der gehobene Boden und erzeugt entweder einen Erhebungskrater oder wie bei dem Jorullo einen Dom von einer zähen Masse, der sich deutlich von dem ersten Hügel unterscheidet, und zuletzt bildet sich in der Mitte des einen oder des andern ein permanentes Kamin. Hierauf beginnt oft die Bildung eines Endkegels vermittelst der verschlackten Substanzen, die durch das Lavabad gehoben werden, deren primitiver Kanal sich anfüllt und die sich an die Ränder der Oeffnung gestoßen oder in die Lüfte hinaus geschleudert finden, wovon sie wieder um den Eruptionsmittelpunkt herum niederfallen und alsdann zu Kegeln mit Abhängen von höchstens 30 bis 40 Graden sich aufhäufen. Diese lockeren Schlacken backen im Innern des Kamins zusammen, welches sie dann mehr und mehr durch allmählige Vorstechung verengen und somit dessen eigentlichen Durchmesser verbergen.

Es ist ein seltener Fall, daß man diese dreierlei Bildungen in einem und demselben Vulkane beisammen findet; aber immer erkennt man die durch Hebung hervorgebrachte Erhabenheit und den einen oder den andern secundären Dom. Auf Teneriffa ist ein an der Spitze durchbrochener Dom mitten aus dem Erhebungskrater emporgestiegen. Am Vesuve kann man, der constanten Festigkeit der Basis und verschiedenen andern Beobachtungen nach zu urtheilen, einen Centralkern vermuthen, der nach Art eines Domes sich im Jahre 79 gebildet, später von lockeren Substanzen bedeckt worden wäre, und an seiner Spitze einen wahren Schlackenkegel trägt. Am Aetna (Fig. 28) unterscheidet man ganz deutlich die ursprüngliche Erhabenheit

mit Decken von alten Laven, mitten auf der leicht gewölbten Oberfläche, welche dieser ganze Theil der Insel darstellt; sie endigt in einer beinahe ebenen Fläche, dem Piano del Lago, auf deren Mitte sich der letzte Schlackenkegel erhebt, der von allen Seiten regelmäßig umschrieben und von der Basis, auf der er sich gebildet hat, deutlich abgesondert ist. Auf den Abhängen zeigen sich die kleinen Eruptionskegeln, die sich in verschiedenen Zeiten da und dort gebildet haben und die alsdann zur Wölbung des ganzen umgebenden Bodens beigetragen haben.

Fig. 28. Ansicht und Profil vom Aetna und seiner Umgebung.

Es ist klar, daß die Schlackenkegel, die, wie wir bereits gesagt haben, über vulkanischen Abgründen aufgebaut sind, nur eine geringe Festigkeit besitzen können; auch verändern sie oft ihre Form bei jedem Ausbruch. Bald erhebt sich das Gebäude mehr und mehr; bald stürzen dagegen mehr oder weniger beträchtliche Stücke ein, daher auch allerlei Arten von tiefen Scharten oder Löchern an den Kegeln. Bisweilen wird die ganze Masse von den Abgründen verschlungen, die sie zuvor bedeckte und baut sich durch nachfolgende Eruptionen wieder auf. Dieses Schicksal traf den Endkegel des Aetna, der mehrere Male vollständig verschwunden ist und einen ungeheuren Schlund ohne Brustmauer mitten auf dem kleinen Plateau, welches die anfängliche Erhabenheit oder den zuerst gebildeten Buckel endigt, zurückließ. Am Vesuv scheint sich der obere Theil des Kegels niemals verändert zu haben.

§. 37. **Das Innere der Krater.** — Gegen allgemeines Erwarten aller derjenigen, welche die

Vulkane besuchen, bietet das Innere eines Kraters für die Beobachtung oft nur wenig Interessantes dar. Nach den großen Eruptionen, während derselben man sich dem Krater nicht nähern kann, sieht man an diesen kegelförmigen Schlünden, deren oberer Durchmesser mehr oder weniger groß ist und deren Grund häufig aus einem Deckel festgewordener Lava, die das Hauptkamin bedeckt, gebildet zu sein scheint, gewöhnlich bloß Schwefeldämpfe aufsteigen, die hin und wieder aus den Rissen des Bodens, den Zwischenräumen zwischen den Blöcken eingestürzter Lavamassen oder einer mehr oder minder großen Anzahl kleiner, an verschiedenen Plätzen emporgestiegener Kegel entweichen. Manchmal beobachtet man einen oder mehrere Abgründe, die entweder mit Dünsten erfüllt sind, welche beständig entweichen und die zugleich in der Tiefe die glühende Lava sehen lassen; oder in welchen dumpfe Stille und tiefes Dunkel herrscht, so daß sie zwar schreckenerregend sind, aber weder an die Imagination zu sprechen oder nur das geringste Interesse für die Beobachtung in Anspruch zu nehmen vermögen. In langen Zwischenräumen zwischen den Krisen verschwinden oft die Spuren eines vulkanischen Ursprungs gänzlich; in gewissen Fällen bedecken sich die Wandungen der Krater mit Pflanzen, wie man z. B. von dem Vesuv vor dem Ausbruch im Jahre 1631 berichtet.

Es werden jedoch einige Beobachtungen gemacht, die berichtet zu werden verdienen. Der Krater von Stromboli, welcher sich schon seit den ältesten Zeiten in unaufhörlicher Thätigkeit befindet, zeigt noch heute Erscheinungen, die mit denjenigen identisch sind, die durch Spallanzani im Jahre 1788 beschrieben wurden. Er ist beständig mit geschmolzener Lava angefüllt, die sich in dem Krater unausgesetzt hebt und senkt. An den Rand zu einer Höhe von 8 bis 10 Meter gelangt, schwellt diese Lava auf und bedeckt sich mit

großen Blasen, die bald nachher mit einem Krachen aufplatzen, wobei sie eine ungeheure Menge Gase entweichen lassen und verschlackte Substanzen auf alle Seiten hinaus schleudern. Unmittelbar nach der Explosion senkt sie sich wieder, steigt dann abermals in die Höhe, um die nämlichen Wirkungen hervorzubringen, die sich auf ebengenannte Weise nach Zwischenräumen von einigen Minuten wiederholen.

Wenn die Lava von Stromboli weniger flüssig wäre, so begreift man leicht, daß sie, zu ihrer größten Höhe gelangt, still stehen, eine gewölbte Form annehmen, und als ein mehr oder weniger hoher Dom fest werden könnte, und daß, wenn alsdann in einem gewissen Momente eine Explosion ausbrechen würde, sich ein neuer Kegel mit einem Krater in der Mitte des alten befinden könnte. Dieses erklärt uns das, was häufig in den Vulkanen, z. B. am Vesuve (Fig. 29), vorkommt, wo sich Dome erheben, die mehr oder weniger lange ausdauerten, sich alsdann spalteten, den Laven einen freien Durchgang gestatteten und zuletzt in die unter ihnen gebliebenen Abgründe stürzten. Gewisse Krater, deren Grund eine ziemlich große Ausdehnung zeigen, schließen öfters mehr oder weniger hohe Hügel ein, die wahrscheinlich einen ähnlichen Ursprung gehabt haben, wie der von uns angeführte; sei es nun, daß eine unter der Form eines Deckels oder Mütze in einer gewissen Höhe angehaltene Lavamasse sich in verschiedenen Punkten aufgebläht habe, oder sei es, daß es in den verschiedenen Substanzen, welche die Höhle ausgefüllt hatten, Erhebungen Statt gefunden haben.

Manchmal findet man anstatt der Lava am Grunde der Krater kochenden Schwefel, wie man es am Vulcano und in einem höheren Grade am Vulkan Taal auf der Insel Luçon (§. 34), und an dem Vulkane von Azufral im Norden von Quito in den Andes gesehen hat; man führt auch Schwefelhügel und so-

gar Dome an, die, wie Boussingault es an dem Vulkan Pasto beobachtete, ganz aus diesem Stoffe bestehen.

Man findet heutigen Tages in den Reisebeschreibungen häufig den Krater vom Berge Kiraueah auf der Insel Owaihi, eine der Sandwichsinseln, angeführt: diese weite Höhle, von der man sagt, daß sie 5 bis 6 Meilen im Umfang und 600 Meter Tiefe habe, zeigt mehrere Etagen, und ist mit einer Menge kleiner Kegel bedeckt, woraus Schwefeldämpfe entweichen. Durch die Spalten, die sich auf den Abhängen dieses weiten Kraters bilden, ergießen sich von Zeit zu Zeit Lavaströme, die ihre Richtung nach seinem Mittelpunkt nehmen. Auf seinem Grunde fand sich im Jahre 1832 eine Masse kochender Lava, die eine südliche Richtung mit einer Geschwindigkeit nahm, welche mehr als eine Meile in der Stunde betrug, ohne daß man erkennen konnte, durch was sie sich ergoß, und die ohne Zweifel irgend eine Spalte oder irgend eine tiefe Stelle im Meeresgrund erfüllte.

§. 38. **Solfataren.** — Es gibt sehr viele Krater, die seit langer Zeit keine Lava, dafür aber in mehr oder weniger reichlichem Maße Schwefeldämpfe geliefert haben, die aus einer Menge Spalten oder Risse des Bodens und oft mit Wasserdampf entweichen. Daher auch der Name Solfataren, mit welchem man die verschiedenen Lokalitäten bezeichnet, wo diese Erscheinungen mehr oder weniger entwickelt sind. Es finden sich darunter solche, die immer in diesem Zustande gewesen zu sein scheinen: ein solcher ist z. B. im Königreich Neapel, die Solfatara von Pozzuoli, die einen weiten Erhebungskrater darstellt, auf dessen Grund sich zerbrochene vulkanische Gesteine befinden, die täglich durch die Dämpfe zerlegt werden. Diese Solfatara steigt bis zum höchsten Alterthum hinauf und scheint niemals etwas Anderes gebildet zu haben, als was man noch heute daran beobachtet.

In ruhigen Momenten werden die Krater mehr oder minder energische Solfataren.

Es ist kein seltener Fall, daß man den Grund der Krater und der Sofataren von einem oder mehreren See'n, die häufig sehr tief sind, ausgefüllt findet. Das Wasser, das sie enthalten, ist manchmal ziemlich rein, oft aber auch mit verschiedenen Salzen und Schwefel oder schwefeligen Säuren beladen, wie man am Vulkan Teschem, oder dem Mont-Idienne auf der Insel Java vor dem Jahre 1817 sah, in welchem dieser Berg durch die Wirkung der Gase, wie wir es später sehen werden, ganz zusammenstürzte.

§. 39. **Anfang der Eruptionen.** — Man darf die unaufhörlichen Ausströmungen von Gasen oder verschlackten Substanzen gewisser Vulkane, wie z. B. des Stromboli, nicht mit den Eruptionen verwechseln, die plötzliche, aber glücklicherweise nur vorübergehende Ereignisse sind, welche häufig die Verwüstung einer ganzen Gegend herbeiführen. Wenn eine Eruption sich vorbereitet, so kündigt sie sich gewöhnlich durch Erdbeben an, und bricht alsdann plötzlich mit mehr oder weniger starkem Krachen aus. Wenn sich ein Vulkan in der Gegend befindet, so stößt er zuerst viel Rauch, der aus verschiedenen Gasen und aus Wasserdämpfen besteht, sodann eine ungeheure Menge staubförmiger Stoffe aus, die man vulkanische Asche nennt; hierauf verbinden sich damit Bruchstücke von glühenden porösen Steinen, die sogenannten Rapilli, oder Lapilli, und Pozzuollana oder Pozzolana, größere oder kleinere Blöcke aus festen Substanzen, die zuweilen auf große Entfernungen hinausgeschleudert werden; endlich Theile einer geschmolzenen, von der Lava losgerissenen Substanz, wovon der Krater angefüllt ist, und welche, da sie durch die Bewegung in der Luft abgerundet werden, die sogenannten vulkanischen Bomben

bilden. Aus diesem Allem zusammen ergeben sich, in Mitte mehr oder weniger heftiger Detonationen, ungeheure Garben oder Büscheln aus verschiedenen weit hinaus geschleuderten, und durch die geschmolzene Lava beleuchteten Substanzen, die je nach ihrem Gewicht und der ihnen eingepflanzten bewegenden Kraft mehr oder weniger vom Feuerherde entfernt wieder herabfallen. Die Asche, die Rapilli oder die Bimssteine erzeugen alsdann in den Umgebungen des Vulkans, zuweilen selbst in große Entfernung hinaus, beträchtliche Ablagerungen, welche durch ihr eigenes Gewicht und durch das Wasser fest geworden, die vulkanische Tuffe, die Bimssteintuffe und verschiedene Conglomerate bilden.

Die, durch die Vulkane hinaus geworfenen Dämpfe und Asche bilden manchmal ungeheure und oft so dichte Wolken, daß dem Tageslicht der Durchgang versagt ist, und die ganze Umgegend sich mit Finsterniß bedeckt. Diese durch die Winde fortgetriebenen Wolken werden zuweilen 20, 50 und 200 Meilen weit fortgetragen: dies geschah z. B. im Jahre 1812, wo die Asche des Vulkans von St. Vincent, ostwärts bis nach Barbadas getragen wurde, und daselbst eine solche Dunkelheit verbreitete, daß man am vollen Tage Nichts sah. Im Jahre 1794 wurde die Asche des Vesuvs bis zum hintern Theile von Calabrien getragen, und man findet sogar im Procopus, daß sie bei dem Ausbruch von 452 bis nach Constantinopel getrieben wurde.

Was bei den submarinischen Eruptionen auf dem Meeresgrund vorgehe, kann man nicht sehen; es ist aber klar, daß die Auswürfe von erdigen Substanzen, von Rapilli und Bimssteinen nicht weniger beträchtlich sein können, weil man von diesen Substanzen fast immer enorme Quantitäten auf der Oberfläche des Wassers während der Eruptionen sieht, und weil man in den gehobenen Theilen des Bodens

Ablagerungen von vulkanischen Tuffen, Bimssteintuffen und Conglomeraten, die ganz und gar denjenigen ähnlich sind, die sich auf der Oberfläche des trockenen Landes bilden, ganz deutlich wahrnimmt.

§. 40. **Das Erscheinen geschmolzener Substanzen.** — Die Erscheinungen, von denen wir vorhin sprachen, sind manchmal die einzigen Wirkungen einer Eruption; aber am häufigsten sind sie nur die Vorläufer, oder auch ein Anhang von einem Auswurfe der geschmolzenen Substanzen, die bald nachher unter verschiedenen Formen erscheinen. Manchmal erheben sich diese, gewöhnlich zu Massen vereinigten Stoffe als Kegel oder Dome selbst über der Oeffnung, die ihnen zum Austritt dient, und bilden mehr oder minder hohe Berge, die bald voll, bald in ihrem Centrum senkrecht durchbohrt sind, und die manchmal mehr und mehr auswärts gestoßen werden können. Dies ist dem Jorullo begegnet, hat sich im Meerbusen von Santorin (§. 31) zugetragen, und geht noch jetzt daselbst vor sich, und mußte in sehr vielen Localitäten, die wir kennen, Statt gefunden haben.

In andern Umständen füllt sich der vorher schon an der Spitze eines Vulkans gebildete Krater mit den geschmolzenen Substanzen vollständig an, die dann bald darauf einen Theil des Kraters mehr oder weniger tief abkanten, sodann in Strömen ablaufen, welche die Seite des Berges durchfurchen und bis zur Ebene herabfließen, wo sie sich mehr oder weniger ausbreiten.

Anderswo, und besonders wenn sich der Kegel schon in einer bedeutenden Höhe, wie beim Aetna, auf Teneriffa, bei den Vulkanen der Andes ꝛc., befindet, ist es ein seltener Fall, daß sich die geschmolzenen Massen durch den Krater hindurch Bahn machen. An der Seite des Berges, an dessen Fuß, oder in der umgebenden Ebene, manchmal sogar sehr weit davon entfernt, bilden sich mehr oder weniger weite

Spalten, welche sich immer in einer durch die Axe des Hauptkamins hindurchgehenden Vertikalebene befinden, und durch welche die geschmolzenen Substanzen an der Oberfläche des Bodens austreten. Manchmal gestattet eine solche Spalte in allen Punkten ihre Ausdehnung der Lava einen unmittelbaren Austritt; gewöhnlich aber bilden sich auf ihrer Richtungslinie ein oder mehrere auf einander folgende Kegel, durch welche die geschmolzene Masse entweicht. Es geschieht sogar, daß sich auf diese Weise über mehreren Spalten zugleich, entweder sogleich oder allmählig, besteigbare Kegel bilden, und daß oft das ganze Terrain davon bedeckt ist.

§. 41. **Form der Ströme.** — Wenn sich in einem platten Lande am Fuße des Vulkanes Eruptionsspalten bilden, so breitet sich die Lava, welche aus denselben tritt, unmittelbar in breiten, horizontalen Decken auf der Ebene aus. Dies fand z. B. im Jahre 1783 in Island Statt; es bildeten sich nämlich in der Ebene am Fuße des Skaptar-Jokul, eines hohen Feuerberges, Spalten, woraus sich eine ungeheure Masse geschmolzener Substanzen ergoß, die sich unmittelbar über dem Boden ausbreiteten, von dem sie mehr als 80 Quadratmeilen bedeckten, wobei sie alle tiefen Stellen ausfüllten und einen weit ausgedehnten Feuersee von beträchtlicher Tiefe bildeten.

Jedoch gestalten sich die Sachen nicht immer auf diese Weise; oft ergießen sich die geschmolzenen Substanzen über mehr oder minder geneigte Abhänge, und bilden die Laven auf ihrer Oberfläche eigentliche Ströme, die mehr oder weniger lang sind, von denen ein Theil in Folge der Erkaltung, und gleichsam als Zeuge von ihrem Laufe, zurückbleibt. Bald nach ihrem Austritt aus dem Schooße der Erde erkaltet die geschmolzene Masse an ihrem Außentheile, wird fest, erhält dabei alle Arten Risse und Runzeln, und erhält auf diese Weise eine gewöhnlich

poröse, mehr oder weniger dicke Kruste. Diese Kruste verhindert die von ihr eingeschlossene Flüssigkeit, sich noch mehr in die Breite auszudehnen, und erlaubt dem Strome, von jetzt an eine gewisse Dicke beizubehalten; ferner bewahrt sie wegen ihres geringen Leitungsvermögens, den innern Theil der Lava vor Erkaltung, die dadurch außerordentlich verzögert werden kann. Man sieht auch in der That Laven lange Zeit flüssig oder breiartig bleiben, und eine sehr bedeutende Temperatur beibehalten; man führt unter andern solche an, die auf sehr schwachen Abhängen 10 Jahre nach ihrem Erguß noch flossen, und wiederum andere, die 20 Jahre nach ihrem Austritt aus dem Innern der Erde Dämpfe verbreiteten.

Wenn nach dem äußern Erkalten die vulkanische Quelle immer noch geschmolzene Substanzen liefert, so fließen diese in einer Art festgewordenen Schlauchs oder Sackes, der dann auf jede mögliche Weise hin und her bewegt, zusammengeschoben, gedreht wird, und sich nach und nach wieder herstellt: daher auch Drehungen und verschiedene Unregelmäßigkeiten im Lavastrome. Wenn die Quelle vertrocknete, so fährt die Masse, die aus ihr floß, dessenungeachtet in dem sie einschließenden Sack zu fließen fort; doch wird dieser letztere allmählig platter, sinkt in der Mitte ein, und läßt einen mehr oder weniger erhabenen Wulst an den Rändern zurück. Dies zeigt sich zuerst an dem obern Theile des Stromes; sodann allmählig bis zu dem Punkte, wo die flüssige Masse, die immer zäher wird, nicht mehr die Kraft besitzt, die fester gewordenen Theile mit sich fortzuziehen, sie zu brechen und vorwärts zu stoßen. Die Lave hält alsdann unten am Sacke an, der in einem mehr oder weniger dicken Knopfe (culot) endigt (Fig. 30).

Fig. 30.

Es ist zu bemerken, daß, wenn die Abdachung des Bodens, über welchen die Lava fließt, sehr stark ist, die flüssige oder breiige Masse, stets einen schmalen Strom von geringer Dicke, einen schmalen Riemen, auf dem Abhang des Berges bildet. Wenn die Quelle vertrocknet, so bleibt auf der Oberfläche des Bodens, hinter dem abgeflossenen Strome, bloß die festgewordene Haut von der Oberfläche desselben übrig, die alsdann eine dünne Schichte aus einer porösen, in unzusammenhängenden, mehr oder weniger verdrehten oder verschobenen Bruchstücken bestehende Substanz darstellt; die steinigen Laven, die in günstigen Umständen eine porphyrartige Struktur annehmen können (s. Mineralogie, Artikel Feldspath), lassen sogar fast nichts auf Abhängen mit einer Neigung von 7 bis 8 Graden zurück, und sind beinahe immer außerordentlich verschobene poröse Stoffe. Daraus geht nun hervor, daß die Spitzen der Feuerberge nicht durch Laven, wie man zuweilen behauptet, gewachsen sein können, und daß sie namentlich auch nicht die schlanke Form, welche wir häufig an diesen Spitzen sehen, dadurch gewonnen haben; man muß vielmehr deren Ursprung in Erhebungen oder Ausströmungen zäher Stoffe, die nicht weiter geflossen sind, suchen; auch suchen die unter der Form von Lava oder lockeren Schlacken ausgeworfenen Substanzen durch Anhäufung an ihrer Basis weit eher das Hervorragen zu vermindern als zu vermehren.

Auf Abhängen von 3 bis 5 Graden, wo die Geschwindigkeit sich bedeutend verzögert, wird der Strom breiter und schwillt unterwegs auf; aber auch die Rinde nimmt an Dicke und Festigkeit zu, und gewaltige Verrückungen oder Verschiebungen (Dislokationen) finden alsdann in dem die flüssige Masse einschließenden steinigen Sack Statt; die Stücke, die dadurch entstehen, steigen zur Oberfläche des Stromes, stürzen gesperrt durch den noch in Bewegung sich befind-

lichen Teig, dem sie anhängen, übereinander; das, was nach und nach davon zurückbleibt, zeigt alsdann eine außerordentliche Unregelmäßigkeit.

Bloß wenn die Masse auf äußerst schwachen Abhängen, von weniger als ½ Grad, d. h. auf beinahe horizontalem Boden ankommt, stellt sich ein Gleichgewicht zwischen dem Wiederstand der festen Hülle und der bewegenden Kraft her, welche dem flüssigen Theil innwohnt; die Lava hält alsdann von selbst an, nachdem sie sich auf einem gewissen Raume ausgedehnt hat, und bildet einen mehr oder weniger dicken Flaten, dessen Oberfläche allmählig eben wird. Dies geschah z. B. bei der Eruption auf Island, im Jahr 1783, wo die Lava an mehreren Punkten anhielt und schroffe abgerissene Plateaux von einer bedeutenden Dicke bildete.

Diese Umstände ändern sich im Allgemeinen alle ab, je nach der Beschaffenheit der aus dem Schooße der Erde ausgetretenen Substanz, ihrem Flüssigkeitszustande und der Leichtigkeit, mehr oder weniger schnell zu erhärten. Es gibt so zähe Gebilde dieser Art, daß sie nicht einmal fließen können und daher an der Oeffnung bleiben, was z. B. bei gewissen Trachyten der Fall ist (§§. 46 und 95), die alsdann mehr oder weniger hohe Dome bilden. Andere, z. B. verschiedene Obsidiane, die schnell zu erkalten und fest zu werden scheinen, bleiben manchmal als große Tropfen sogar an ziemlich starken Abfällen hängen, wie man z. B. auf der Spitze des Teneriffa sehen kann. Dagegen halten solche Laven, die nur langsam erkalten und lange Zeit flüssig bleiben, nur auf einem horizontalen Boden an; dies sind diejenigen, welche besonders die angegebenen Variationen darstellen.

§. 42. **Verschiedene Charaktere einer und derselben Lavaart.** — Nach dem, was vorausgeht, ist es nun klar, daß die Laven sich nur auf einem merklich horizontalen Boden bis zu einer ge-

wissen Dicke und in gleichförmigen Decken oder Lagen ansammeln können; an allen andern Orten bilden sie entweder abgesonderte, abgerissene Stücke mit ausgehöhlten Oberflächen, die an ihrem oberen Theile dünne und da, wo sie in der Fig. 30 gezeigten Anschwellung endigen, mehr oder weniger dick sind, oder bilden sie auch verrückte Ablagerungen, deren Bruchstücke auf alle Arten über einander geworfen sind. Wofern nur der Lavastrom eine gewisse Ausdehnung hat, so kann man in seinem Verlaufe alle diese Eigenschaften je nach der Neigung der Abhänge, auf denen er geflossen ist, sehen. Nun steht auch die Struktur der Lava auch in Beziehung zu ihrer äußern Beschaffenheit. Der Streifen, der hinter dem Strome auf einem sehr geneigten Abhang zurückgeblieben ist, stellt dünne, verschlackte, gleichsam geflochtene und immer sehr poröse Theile dar. Auf weniger starken Abhängen ist die Oberfläche ebener und die Poren werden kleiner; auf Abhängen von 3 bis 5 Graden, bieten die verschobenen Partien mehr oder weniger dicke Platten dar, deren poröse Struktur eine gewisse Gleichförmigkeit zeigt und deren mittlerer Theil zuweilen etwas compacter wird, wenn sie dick genug sind. Bei den großen Strömen, welche sich in der Ebene zu einer bedeutenden Dicke aufhäufen konnten und Vertiefungen ausgefüllt haben, wird aus dem ganzen untern Theile eine mehr oder weniger krystallinische, feste, oft auch eine porphyrartige Masse, weil er alsdann langsam und ruhig erkaltet; in diesem Falle theilt er sich häufig in seiner ganzen Höhe in eckige, im Allgemeinen auf den sich erkaltenden Oberflächen senkrecht stehende Säulen, und bloß der obere Theil ist bis zu einer gewissen Tiefe porös: dies sieht man überall am Vesuv und Aetna, wo die Lava eine bedeutende Tiefe zeigt, und in Island, in der unermeßlich großen, durch die Eruption vom Jahre 1783 gebildeten Ablagerung.

Manchmal haben sich auch die Ströme verschiedener Epochen in die gleichen Tiefgründe begeben und sich hier über einander abgelagert. In diesem Falle sind die einen von den andern durch den porösen Theil, in welchem jeder von ihnen endigt, manchmal auch durch Asche, Lapilli, vulkanische Tuffe, die in dem Zwischenraume zwischen den Ausströmungen aus dem Vulkane geschleudert worden sind, gesondert. Sowohl die porösen Partien, als auch die zwischen eingelagerten erdigen Schichten werden sehr dünne, wenn zwei Ströme in kurzer Zeit auf einander gefolgt sind, wie z. B. bei den verschiedenen Ergüssen des Jokul, im Jahre 1783; in diesem Falle besteht die Totalmasse aus horizontalen Schichten, zwischen denen man kaum eine Absonderung bemerkt.

**Lavagänge, oder Dikes.** — Es geschieht häufig, wie wir bereits gesagt haben, daß sich bei den vulkanischen Eruptionen an den Seiten des Berges mehr oder weniger breite Spalten bilden, durch welche die Lava an der Oberfläche des Bodens ausfließt. Diese Spalten lassen sich lange Zeit nach ihrer Bildung wahrnehmen, entweder weil sie zum Theil offen geblieben sind oder weil die Rapilli, von denen sie angefüllt worden, eine Art von Graben, den man leicht verfolgen kann, zurückgelassen haben. Anderwärts erkennt man sie an partiellen und kraterförmigen Einstürzen, die ihre Richtung alle auf einer und derselben Linie haben; manchmal unterscheidet man auch an den Rändern Kränze oder Wülste von Schlacken, welche, während die Lava im Innern kochte, ausgetreten sind; endlich zeigen sie auch Lavastreifen, welche die verschiedenenen auf ihrer Richtung gebildeten Kegel unter sich verbinden.

Es ist kein Zweifel, daß diese Spalten oft zum Theil durch die Laven angefüllt blieben, für welche sie einen Durchgang abgaben, und daß sie folglich Gänge, oder wie man auch sagt, um sich des in

der Wissenschaft eingeführten englischen Ausdrucks zu bedienen, Dikes bildeten. Der Schluß scheint in dem Falle richtig zu sein, wo sich die Ströme über die Spalten hinaus in der Form von Decken, wie in der schon so oft erwähnten Eruption auf Island, verbreiteten; aber es ist beinahe nicht möglich, ihn durch die Beobachtung an den jetzigen Vulkanen, von denen wir nur die Oberfläche sehen, zu bewahrheiten. Man müßte den untern Theil derselben sehen, was aber nur in den alten vulkanischen, in die Höhe gehobenen und auf alle Weisen zerstückelten Ablagerungen, die hin und wieder auf den Continenten vorkommen, oder in den Erhebungskratern, sein kann. Solche sieht man auch wirklich an den Abhängen, welche den Gürtel der Somma (§. 28), den Kreis von Teneriffa, die Seiten des Val del Bove am Aetna (§§. 33, 36) u. s. w. bilden, wo sie bald besondere Ablagerungen von Lapilli und festgewordenen Tuffen, bald mehr oder weniger krystallinische Laven, und oft die eine oder die andere dieser Substanzen durchdringen. Häufig findet sich eine zu Tage liegende Lavadecke in Communikation mit einem Gange, welcher nach seinem Durchgang durch alle unteren Schichten in der Lavadecke anhält (Fig. 31); und nicht selten geschieht es, daß man mehreren übereinander liegenden

Fig. 31.

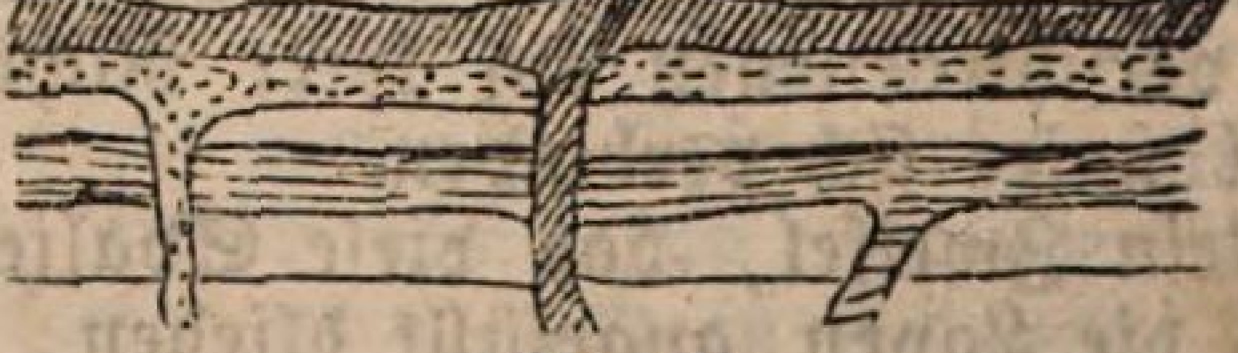

Fig. 32.

Fig. 31 u 32. Lavadecken, welche mit Gängen correspondiren.

Lavadecken begegnet, wovon jede einem besonderen Gange entspricht (Fig. 32), welchem sie ohne Zweifel ihre Entstehung verdankt, da der neueste dieser Gänge gerade derjenige ist, der alle Schichten durchdringt, um die letztere zu bilden.

Die Substanz, welche die Gänge bildet, ist selten poröse, ausgenommen manchmal an den Felswänden, zwischen welchen sie sich eingeschlossen findet; sie ist häufig sogar feinkörniger als die Decke, in welche der Gang ausmündet; die Masse ist zuweilen in Prismen gespalten, die senkrecht auf den Wandungen stehen, welche alsdann die Abkühlungsflächen gewesen sind. Diese Substanz widersteht im Allgemeinen den atmosphärischen Einflüssen ziemlich leicht, und häufig ist der Fall, daß, wenn das nebenanstehende Gestein durch äußere Agentien zerstört und hinweggeführt worden ist, der Gang als Vorsprung über den Wänden des Abhanges (Fig. 33), oder selbst mitten auf

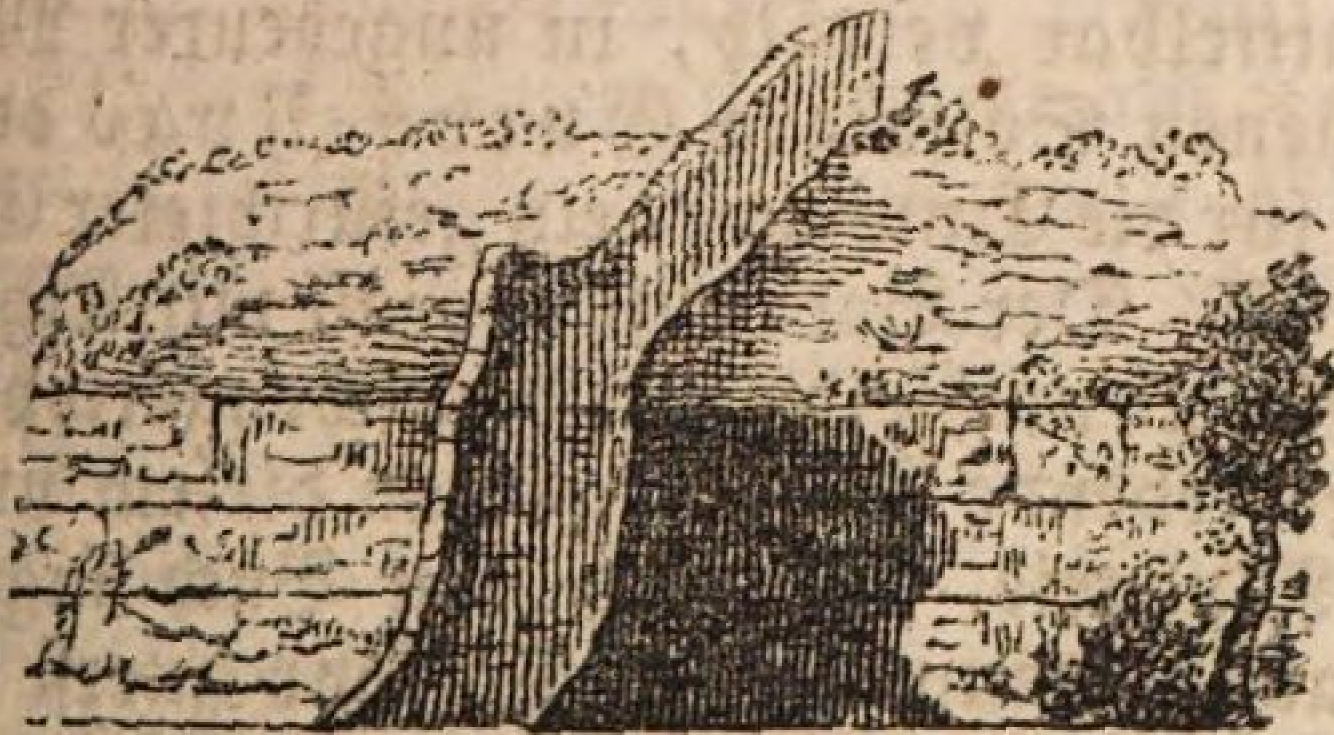

Fig. 33. Ein durch die Zerstörung des umgebenden Gesteins bloßgelegter Dike.

dem Felde als eine mehr oder weniger hohe Mauer stehen bleibt; dieser letztere Umstand wurde in England zuerst mit dem Namen dike (d. h. Damm) bezeichnet, welcher Name später auf die Gänge selbst angewandt wurde.

§. 44. **Gasförmige vulkanische Produkte.** — Die vulkanischen Erscheinungen liefern eine große Menge gasförmiger Produkte, wovon die einen per-

manent, die andern verdichtbar oder auch auflösbar sind. Ein sehr großer Theil dieser Produkte besteht aus Wasserdämpfen; aber zugleich finden sich auch darin Chlorwasserstoffsäuren, schwefelige Säuren, Kohlensäure, manchmal Schwefelwasserstoffgase, und bald ist das eine, bald das andere vorherrschend; damit verbinden sich verschiedene Substanzen, die sich entweder sublimiren, oder als kleine Theilchen durch die Gasströme mit fortgerissen werden. In den meisten Solfataren und in den durch die Spalten eines Vulkanes erzeugten Ergüssen entweicht die schwefelige Säure; aber auch das Schwefelwasserstoffgas begleitet sie häufig und gibt, indem es verbrennt, die schwachen Flammen, die man oft bei Nacht gewahrt. Am Vulkan Pasto stellen die Fumarolen des Kraters nur noch Kohlensäure dar; auf Java entweicht dieses Gas, das um so gefährlicher ist, als es in seinem geruch= und farblosen Zustand seine Gegenwart nicht unmittelbar verräth, in ungeheurer Menge aus der erloschenen Solfatara Guevo=Upas oder Fischthal, die für die Einwohner ein gefürchteter Gegenstand geworden ist. Der Boden ist überall mit Tiger=, Reh=, Hirsch=, Vögel= und selbst mit Menschengerippen bedeckt; denn jedes lebende Wesen fällt an diesem unheilvollen Orte in Asphyrie. Leopold von Buch sagt, daß bei den Gasausströmungen der Vulkane zuerst die Chlorwasserstoffsäure im Momente der größten Intensität der vulkanischen Thätigkeit zum Vorschein komme; daß die Schwefelsäure erst erscheine, wenn die eben genannte Thätigkeit abzunehmen beginne, und daß hierauf die Kohlensäure folge, indem sie Jahrhunderte lang selbst dann noch auszuströmeu fortfahre, wenn schon die Thätigkeit ganz aufgehört zu haben scheine. Auch geschieht es oft, daß, wenn man mitten in den ältesten Rapilli gräbt, man reichliche Gasentwicklungen hervorruft, wie man es häufig in den Umgebungen von Clermont in der Anvergne sieht.

§. 45. **Zerstörende Wirkung der Gase. Schlammausbruch auf Java.** — Die immer sehr heißen und mit Wasserdampf vermischten Gase wirken mächtig auf die umgebenden festen Substanzen ein, zerstören dieselben, zerlegen sie auf alle mögliche Weise, wandeln sie in Staub, in Brei um, und bilden Zusammensetzungen jeder Art. Dies sieht man bei allen Solfataren, wo man sich oft in Acht nehmen muß, um nicht in Schlammmassen zu fallen, die manchmal sehr heiß sind. Aber Nichts gleicht in dieser Beziehung den Vulkanen von Java; die sauren Dünste und Wasserdämpfe, die sich daselbst in so großer Menge finden, zerstören alle Gesteine und bilden daraus einen Teig, welcher bald nicht mehr der Wirkung der im Innern Statt findenden Explosion zu widerstehen vermag. Es geschehen alsdann furchtbare Eruptionen, wobei sie nicht mehr Laven, wie bei den gewöhnlichen Vulkanen, sondern enorme Massen kochenden, mit Schwefelsäure und dickem Schlamm beladenen Wassers auswerfen, welche auf ihrem Wege Alles mit sich fortreißen und eine ganze Gegend mit schwefeligem Schlamm bedecken, dessen Substanz mit dem Namen Buah bezeichnet wird. Ein Beispiel dieser Art war die Eruption des Gallung=Gung im Jahre 1822, welcher unter Erdbeben und schrecklichem Getöse sich bedeutend senkte, an der Spitze abgestutzt und ganz umgestürzt wurde. Aus seinen gespaltenen Abhängen quollen Ströme heißen, schwefeligsauren und mit Schlamm gemengten Wassers hervor, und eine große Anzahl Menschen wurde während der Zeit vom 8. bis 12. Oktober durch das Wasser mit fortgerissen oder unter dem abgesetzten Schlamm begraben. Ebenso war es beim Vulkan Taschem oder Mont=Idienne, in dessen Krater sich nach der Angabe Leschenaut's ein See befand, der beständig durch Schwefelsäure unterhalten wurde. Der Berg war im Jahre 1817 ganz eingestürzt, und saure Wasser

ergossen sich, welche die ganze Gegend verwüsteten. Etwas Aehnliches geschah ohne Zweifel im Jahre 1772 bei dem Vulkane Papandayan, dem höchsten Berge des Landes, der in einem Schlammsee unterging und dabei 40 Dörfer sammt den Bewohnern mit sich nahm.

**Schlammausbruch von Quito.** — Diese Schlammausbrüche erinnern an diejenigen, die in Peru, obschon mit verschiedenen Charakteren, Statt gefunden haben. Die Vulkane dieser Gegend, die, gleich jenen von Java, beinahe nie Laven erzeugten, haben aus ihren Seiten Ströme von Koth, den man Moya nennt, und der bald schwefelig, wie der Buah von Java, bald kohlenhaltig ist, ausgespien. Dies ereignete sich im Jahre 1698, wo der Vulkan Carguaraizo einstürzte, wobei er mehr als 29,000 Hectare Landes mit Schlamm bedeckte; ferner im Jahre 1797, wo das Dorf Pellileo, unweit Rio-Bamba, unter einer Masse schwarzen Schlammes begraben wurde u. s. w. Was die Ausbrüche von Peru charakterisirt und daraus eine noch seltsamere Erscheinung macht, ist dies, daß diese aus dem Schooße der Erde kommenden schlammigen Wasser mit kleinen Fischen angefüllt sind, deren Species in den benachbarten Seen lebt, und daß die Menge derselben manchmal so groß war, daß durch ihre Fäulniß epidemische Krankheiten hervorgerufen wurden.

**Aus den Laven freigewordene Gase.** — Man begreift leicht, daß aus den Eingeweiden der Erde durch die Risse, welche mit der Oberfläche communiciren, Gase und Stoffe verschiedener Art entweichen können; aber noch merkwürdiger ist dies, daß sie aus den Laven auch dann noch entweichen, wenn sie, aus dem Vulkan getreten, mit diesem Nichts mehr gemein haben. So lange die Lava flüssig ist, und eine hohe Temperatur besitzt, entweicht nichts aus ihr; aber sobald sie fest zu werden und zu erkalten beginnt, so wird eine mehr oder weniger große

Menge Gase frei. Die Ströme und die Substanzen, welche die Tiefgründe ausgefüllt haben, geben alsdann beständig Wasserdämpfe, Chlorwasserstoffsäure, Amoniaksalz, das sich an der Oberfläche absetzt, und Eisenchlorüre ab, ohne das Realgar, den Eisenglanz u. s. w., die zuweilen in den Spalten sublimiren, zu rechnen. Die Lava selbst muß daher nothwendig alle diese Stoffe einschließen, welche, man weiß nicht wie, an dieselbe gebunden bleiben, so lange die Masse noch flüssig oder breiig ist, und welche in dem Maße frei werden, als die Masse fester wird und erkaltet, so daß diese zuletzt keine Spur mehr davon zeigt. * Man nahm an, daß alle diese Stoffe, den porösen Laven die Fähigkeit verliehen, ihren flüssigen Zustand weit länger zu erhalten, als die analogen Stoffe, die wir künstlich bereiten können.

§. 46. **Feste vulkanische Produkte.** — Alle festen Stoffe, welche die Vulkane in großer Menge erzeugen, beziehen sich auf die Gruppe der Silikate, im Allgemeinen auf die wasserfreien Silikate, und besonders auf die Abtheilung derjenigen Substanzen, die man ehedem unter dem Namen Feldspath vereinigte. Sie sind im Allgemeinen zusammengesetzte Gesteine, und mehr oder weniger gemischte Substanzen, aus denen man die Hauptbasis schwer herausfindet, und die man daher auch nur schwer classificiren kann; man ist also genöthigt, seine Zuflucht zu künstlichen Abtheilungen zu nehmen, von denen wir die hauptsächlichsten angeben wollen. Man unterscheidet:

* Es ist gut, wenn man sich erinnert, daß zufolge Gay-Lüssac's Beobachtung das Silber, wenn es schmilzt, wozu eine sehr hohe Temperatur erforderlich ist, eine ziemlich große Menge Sauerstoff absorbirt, und daß dieses Gas, das in der Masse eingeschlossen bleibt, so lange sich dieses im geschmolzenen Zustand befindet, alsbald frei wird, wenn diese erkaltet und fest wird; die Oberfläche schwillt alsdann auf und bedeckt sich mit dendritischen Auswüchsen. Diese Erscheinung nennt man in der Hüttensprache wachsen, aufsprossen.

1) Den Trachyt, eine Gebirgsart, die aus Albit oder Riakolith besteht,* bald compact, wachs- oder fettglänzend, manchmal erdig, bald krystallinisch ist, deren feinporöse Masse Krystalle von den nämlichen Substanzen, und oft Hornblende und schwarze Glimmer einschließen.

So sind die Felsarten beschaffen, welche die Berge im Meerbusen von Santorin, einige an den Rändern der Insel Ternate gehobenen Berge, die Spitzen von Teneriffa, und sehr viele Kegel und Dome verschiedener Vulkane bilden; selten hat der Trachyt an den Lavaströmen oder Lavadecken der gegenwärtig thätigen Vulkane Theil.

2) Den Obsidian, ein homogenes, glasähnliches, verschiedenartig gefärbtes Mineral, das sich der einen oder andern Feldspathart nähert; es bläht sich gewöhnlich bedeutend auf, wenn man es schmelzt; geht bald in einen aufgeblasenen, bald in einen, kleine längliche Poren einschließenden Bimsstein über, wodurch eine Art faserige Struktur und ein Seidenglanz entsteht.

Dieses Mineral wurde in bedeutender Menge auf den liparischen Inseln, auf Teneriffa, aus den Vulkanen der Andes, mit einem Wort, überall ausgeworfen, wo die vulkanischen Schlünde in den Trachyten sich öffneten. Die Eruptionen sind von Bimssteinen begleitet, die in zahlreichen Bruchstücken ausgeworfen werden; die Ströme hören oft auf stark abschießenden Abhängen, wie z. B. auf Teneriffa, in dicken Anschwellungen (culots) auf.

3) Den Basalt, eine Substanz mit fester, dunkelfarbiger Basis, am häufigsten aus Labradorfeldspath gebildet, Krystalle von derselben Substanz, oder im Allgemeinen von der Feldspathgruppe einschließend, die der Masse eine mehr oder weniger

* Siehe Mineralogie: die Charaktere der verschiedenen angeführten Substanzen.

deutliche Porphyrstruktur geben. Man findet darin ziemlich häufig Augit-, aber selten Hornblende-Krystalle, manchmal schwarzen Glimmer, und, wiewohl selten, Peridot.

Diese Substanzen bilden die Mitte der dicken Ströme, und den untern Theil der in den Tiefgründen angesammelten Massen, die ziemlich häufig in prismatischen Säulen getheilt sind.

4) Die porösen oder verschlackt n Laven, Substanzen von derselben Beschaffenheit, wie die vorhergehenden; nur findet man in ihnen seltener Krystalle; auch bieten sie eine poröse oder zellige Struktur dar. Diese Laven bilden den obern Theil der dickern Ablagerungen, die Hülle der Ströme und die Streifen, die auf der Oberfläche des Bodens zurückgeblieben sind.

5) Die vulkanischen Tuffe. Dies sind Anhäufungen kleiner verschlackter Fragmente, oder um Vulkane herumliegender Rapilli, oder auch erdige Substanzen, welche eine mehr oder weniger große Menge davon enthalten. Die Bimssteintuffe sind aus Bimssteinfragmenten gebildet, und die Trachytconglomerate aus Trachytstücken, die durch ein krystallinisches oder erdiges Bindemittel unter sich verbunden sind.

6) Diesen Mineralsubstanzen muß man noch die als unregelmäßige Stalaktiten auf der Oberfläche der Vulkane zerstreuten Schlacken und die sogenannten vulkanischen Bomben, die man zuweilen in ziemlich großen Entfernungen findet, beifügen.

Wir werden später in erloschenen Vulkanen verschiedene, mehr oder weniger analoge Gesteine kennen lernen, welche die Reihe, die man an den thätigen Feuerbergen beobachtet, ergänzen werden.

§. 47. **Schätzung der vulkanischen Kraft.** — Wenn man ungeheuer große, entweder plötzlich in Folge der Erdbeben oder in einer langen Reihe von

Jahren langsam emporgehobene Strecken Bodens sieht, so kann man nicht zweifeln, daß die Wirkung des Innern der Erde auf deren Aeußeres sehr groß ist. Die vulkanischen Ausbrüche erlauben uns aber, diese Wirkung auf eine bestimmtere Weise zu beurtheilen, zwar nicht durch die Energie der Explosionen, die wir nicht zu messen vermögen, sondern durch die Höhe, welche die Laven in verschiedenen Umständen in ihren vertikalen Kanälen erreichen. Es ist gewiß, daß am Vesuv und Aetna die Laven manchmal sogar aus dem Krater flossen, daß Obsidianströme an der Spitze des Pic von Teneriffa und vielleicht auch des Antisana's in der Provinz Quito ausgetreten sind. Nun ist aber der Krater des Aetna 3300, der Pic von Teneriffa 3710, die Spitze von dem Antisana 5833 Meter über der Meeresfläche; es ist also leicht, das Gewicht der Lavasäule, welche die innere Kraft halten mußte, um sie zu solchen Höhen zu heben, als atmosphärischen Druck zu berechnen. Wenn die Lavasäule eine Wassersäule gewesen wäre, so würde diese Flüssigkeit, welche bei $10^{m},5$ durch den atmosphärischen Druck im Gleichgewicht gehalten wird, mehr als 300 Atmosphären nöthig haben, um bis zur Spitze vom Aetna gehoben werden zu können, mehr als 350 bis zum Pic von Teneriffa, und mehr als 550 bei dem Antisana. Da aber das specifische Gewicht der Laven, wenigstens im festen Zustand, zwischen 2 und 3 ist, so waren demnach für den Aetna zwischen 600 und 900, für den Antisana zwischen 1000 und 1500 Atmosphären nöthig. Man bedenke nun die Wirkungen, welche eine solche Kraft durch die Dampfmaschinen erzeugen muß, wovon die größten gewöhnlich nicht mehr als 4 bis 5 Atmosphären zulassen und wohl noch nie über 10 Atmosphären hinausgegangen sind.

§. 48. **Ausdehnung der vulkanischen Ablagerungen.** — Die Vulkane geben ohne Zweifel jährlich nur eine sehr geringe Menge Substanzen an

die feste Erdrinde ab, und die Erhebungen, welche sie bewirken, verändern das Relief der Gegenden, wo sich ihre Wirkung äußert, nur sehr unbedeutend. Wenn man jedoch berücksichtigt, daß es sehr viele gibt, die schon seit den ältesten historischen Zeiten thätig sind, und daß die Beobachtung noch weit mehr angibt, die schon früher thätig waren, so wird man zu dem Gedanken veranlaßt, daß die vulkanischen Substanzen eine gewisse Bedeutung erhalten, und daß sowohl ihr Erscheinen, als ihre Wirkungen große Modifikationen auf der Oberfläche unseres Planeten herbeigeführt haben mußten.

Es findet sich in allen Theilen der Erde eine große Anzahl thätiger Vulkane. Island ist im Mittelpunkt einer unaufhörlichen vulkanischen Thätigkeit, wovon die ganze Insel ein Resultat und der Hekla der Hauptfeuerschlund ist; der Aetna und Stromboli sind seit dem höchsten Alterthume bekannt und der Vesuv datirt sich hinsichtlich seines gegenwärtigen Zustandes vom Jahre 79. In Spanien sind die Vulkane in der Provinz Murcia im Jahre 1819 auf's Neue thätig geworden. Die Azoren sind der beständige Schauplatz derselben gewesen und scheinen alle, gleich denjenigen Inseln, die wir daselbst zu verschiedenen Zeiten sich erheben sahen, aus dem Meere emporgestiegen zu sein. Im gleichen Falle scheinen auch die canarischen Inseln und die Inseln des grünen Vorgebirges sich zu befinden und heftige Eruptionen erlitten zu haben. Weiter davon entfernt, zeigen sich die Vulkane der Insel Bourbon, des indischen Meeres, der Sundainseln, der Philippinen, der japanischen Inseln, der Kurilen, Kamtschatka's, des aleutischen Archipels, wovon mehrere eine beträchtliche Kraft gehabt haben mögen; führen wir noch die Vulkane der Sandwichsinseln und der Inselgruppen des stillen Meeres bis zu Neuseeland an. Innerasien, das man ehedem ohne thätige Vulkane glaubte, woraus sich

dann die Hypothese bildete, daß diese Vulkane nur in der Nähe der Meere sich befänden, ist im Gegentheil ganz voll von den höchsten und beträchtlichsten Feuerbergen. Das amerikanische Festland ist von Feuerland an bis zur Beringsstraße damit bedeckt.

Diese thätigen Vulkane sind aber nicht die bedeutendsten: Wir kennen unzählig viele erloschene mit Eruptionskratern und mit Lavaströmen, die ebenso charakteristisch sind, als diejenigen, die sich vor unsern Augen bilden; wir sehen ferner Erhebungskrater, die eben so deutlich ausgesprochen sind, als die von Teneriffa und Palma, und die bald Eruptionskegel in ihrem Mittelpunkt haben, bald ohne irgend eine nachher eingetretene Modifikation in der Bildung sind. Die basaltische Produkte, die bei unsern neueren Vulkanen selten sind, stellen sich hier als deutliche Ströme oder als mehr oder weniger zerstückelte, zerrissene Decken vor unsern Augen, und erinnern an den Ausbruch von Island im Jahre 1783. Wir bemerken Trachytablagerungen, die nicht mehr wie die von Santorin und Ternate, sondern auf einander gehäufte ungeheure Kegel und Dome sind, welche hohe Berggruppen bilden, die oft weit ausgedehnte Strecken einnehmen. Alles dies weist auf eine vormalige große, vulkanische Thätigkeit hin, welche das Relief unserer Continente auf eine merkwürdige Weise umgeändert hat und uns zu einer Menge im hohen Grade interessanter Vergleichungen mit Produkten und Wirkungen führt, wovon die heutigen Vulkane keine Spur zeigen.

In Frankreich bieten uns die Auvergne, die Landschaften Velay und Vivarais, ein großer Theil der Cevennen, Langedoc und die Provence eine enorme Masse vulkanischer Produkte dar. Außerordentlich entwickelt sind in dieser Hinsicht auch die Ufer des Rheins in der Gegend der Eifel und von Neuwied, das Siebengebirge, das Fuldagebirge, Sachsen, Böhmen, Ungarn, Sieben-

bürgen, der Kaukasus, Griechenland und seine Inseln, die liparischen Inseln, u. s. w. Das, was wir vom Mittelpunkt Asiens kennen, die wenigen in Afrika gesammelten Thatsachen, so wie die in Amerika gemachten zahlreichen Beobachtungen zeigen uns Gebilde derselben Art; und endlich bieten uns die meisten Inseln des Südmeeres, wo man jetzt keine thätigen Vulkane mehr findet, Substanzen dar, die mit denjenigen der bestimmten vulkanischen Bergen identisch sind.

### Anhang.

§. 49. **Salsen oder Luftvulkane, Schlammvulkane.** — An vielen Orten finden, unabhängig von den schon §. 45 erwähnten Schlammeruptionen, durch die Spalten hindurch beständige Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgas, entweder allein oder von einer mehr oder weniger beträchtlichen Menge Wassers oder schlammigen Substanzen, welche dieses Gas vorwärts stößt, Statt. Dieser letztere Fall erzeugt die sogenannten Luftvulkane, die Schlammvulkane und das, was man mit dem Namen Salsen bezeichnet, weil die Flüssigkeit häufig salzige Substanzen und unter andern besonders Kochsalz einschließt.

Diese ausgeworfenen Schlammmassen erzeugen, gleich den vulkanischen Auswürfen, Kegel, die gewöhnlich nicht sehr hoch sind und die an ihrer Spitze eine kraterförmige von Schlamm, den das Gas in die Höhe hebt, angefüllte Höhle trägt, durch welche große Blasen entweichen, wovon jede einen Theil der Masse auswirft. Manchmal finden sich auch auf einer wenig ausgedehnten Fläche eine große Menge solcher Krater in Thätigkeit; einige dieser Kegel erreichen eine Höhe von 7 bis 8 Meter; sehr viele andere, welche klein und erst im Entstehen begriffen sind, ersetzen nach und nach diejenigen, in welchen die Phänomene nicht mehr vor sich gehen und vergrößern sich mehr und mehr.

Zuweilen findet sich diese Kegelvereinigung an der Spitze eines 50 bis 200 Meter hohen, aus einer thonigen Masse gebildeten Berges, der in der That das Resultat vormaliger Auswürfe zu sein scheint. Der mittlere Theil desselben ist häufig ein Schlammsee, dessen Oberfläche hin und wieder fest geworden ist. In gewissen Gegenden findet man die Thonhügel ganz vertrocknet, wo dann das Ausströmen von Gasen und von Wasser und das Auswerfen von Erde gänzlich aufgehört hat; manchmal erneuern sich aber diese Phänomene wieder mit Gewalt; es lassen sich Erdbeben fühlen, und in einem Augenblicke werden ganze Blöcke vertrockneter Erde in die Weite hinausgeschleudert, Schlammströme bahnen sich einen neuen Weg: manchmal sieht man sogar einige Minuten lang Rauch und Flammen.

Diese Erscheinungen zeigen sich auf unserer Erdoberfläche an ziemlich vielen Stellen. Im Modenesischen gibt es viele Salsen, die sich auch in Sicilien an einem gewissen, zwischen Aragona und Girgenti gelegenen Orte, Maccaluba genannt, finden. Pallas hat sie auf der Krimm, auf der Halbinsel Kertche und auf der Insel Taman gefunden; Herr von Humboldt hat die von der Provinz Carthagena in Südamerika beschrieben und abgebildet; man führt sie auch auf der Insel Trinidad und in Hindostan an.

§. 50. **Fumarolen.** — Diese sind auch noch Wirkungen der Thätigkeit, die sich vom Innern der Erde nach außen kund gibt. Man nennt so die siedheißen Dampfsäulen, welche den Spalten des Bodens häufig mit einem Geräusche, das dem eines Dampfkessels ähnlich ist, entsteigen, und welche man nicht nur in den thätigen Vulkanen und Solfataren, sondern auch in jeder Art von Terrain beobachtet. Diese Fumarolen findet man unter andern in Toscana auf Kalkböden, z. B. auf dem Monte-Cerboli, bei Castel-Nuovo rc. An diesen Oertern führen die Dämpfe

eine ziemlich große Menge Borax mit sich fort, die sich durch ihre Condensation im Wasser der in den Umgebungen erzeugten Lagunen auflöst und darin krystallisirt.

Erscheinungen derselben Art sind die Springquellen, oder Geyser von Island, und alle warmen Quellen.

## III. Einfluß der äußern Agentien auf die Erdoberfläche.

§. 51. **Atmosphärische Wirkungen.** — Die Veränderungen in der Wärme, die Luft, die Winde, die Trockenheit und Feuchtigkeit wirken auf eine sehr merkliche Weise auf die meisten Mineralien ein, und es gibt keine Felsart auf der Erdoberfläche, welche außen nicht ganz anders beschaffen wäre, als das, was man innen sieht, wenn man sie frisch angebrochen hat. Dies beobachtet man zu jeder Zeit bei Anlegung von Straßen in Gebirgsländern, wo man oft genöthigt ist, in die Felsen zu schneiden; der äußere Theil ist im Vergleich zu dem ganz frisch zu Tag gelegten innern entfärbt und mehr oder weniger tief hinein verwittert. Dies sind nun aber nicht bloß die Wirkungen von fernen Zeiten her, denn ähnliche geschehen unter unsern Augen sogar, und wenige Jahre reichen hin, daß sie sich nicht nur an der Oberfläche der Masse, sondern auch in einer Tiefe von mehreren Centimetern sehr deutlich kund thun; man kann dies an den alten Marmorbrüchen sogar an gewissen Granitbrüchen, und an allen, da und dort angewandten, behauenen Steinen erkennen. Die Einwirkung ist um so rascher und um so merklicher, je empfänglicher die Gesteine für die Einsaugung von Feuchtigkeiten sind, und je leichter sie auf dem Wege der Vertrocknung derselben wieder beraubt

werden können. Dieser Wechsel von Anfeuchtung und Vertrocknung hat eine sehr rasche Verwitterung zu Folge, wenn er sich häufig wiederholt, wie es gewöhnlich auf den Gebirgen der Fall ist. Die Substanzen, die der Verwitterung am leichtesten unterliegen, sind die mit einer körnigen Struktur, sei diese nun erdig oder krystallinisch; ferner die mit einer blätterigen Struktur; oder auch die an der Oberfläche zerbrochenen oder gespaltenen festen Massen, wie es sich so häufig in den Gebirgen zeigt. Die Kälte, die das in einen Körper eingedrungene Wasser befällt, ist gleichfalls eine Ursache der Zerstörung, weil die Ausdehnung, die eine Folge davon ist, eine Menge Risse nach allen Richtungen hin erzeugt. So lange die Kälte dauert, bleiben die Fragmente durch das Eis, wie durch ein Bindemittel, mit einander verbunden; sobald aber dasselbe aufthaut, zerfällt Alles in Schiefer, Körner und Staub.

Man muß in jedem Gebirge nothwendig auf deutliche Spuren von diesen Beschädigungen durch Verwitterung stoßen. An Kalksteinfelsen (Fig. 34) sieht man die Theile mit einer lockern Textur sich mehr oder weniger tief aushöhlen, und dagegen die festeren Bänke überhängend werden. Daher auch die Einstürze dieser letzteren, die sich allmählig in mehr oder minder voluminösen Blöcken ablösen.

Fig. 34.

Auf hohen, oft von geneigten Schichten, welche ihre Köpfe oder ihre Flächen am Abhange zeigen, gebildeten Bergen (Fig. 35) bemerken wir noch einen deutlicher ausgesprochenen Verfall; in jedem Augenblick lösen sich Theile ab, besonders in solchen Tageszeiten, wo die atmosphärischen Veränderungen merklicher sind; es bilden sich im Momente des Aufthauens ungeheure Steinlawinen, die mit einer erstaunlichen Schnel-

ligkeit die Abhänge hinunter rollen, und Alles, was sich auf ihrem Wege befindet, mit sich fortreißen; oft

Fig. 35.

Fig. 34 u. 35. Wirkungen der täglichen zerstörenden Einflüsse der Atmosphäre auf die Berge.

machen sich auch voluminöse Felsblöcke los, und zuweilen stürzen beträchtliche Bergpartien krachend ein. Daher auch die enorme Trümmermassen, die sich am Fuße der Abhänge aufhäufen und manchmal unermeßliche Strecken bedecken.

§. 52. **Verfall, den man diesen Wirkungen beimißt.** — Man schreibt gewöhnlich den lang anhaltenden atmosphärischen Einflüssen das Zerfallen zu, das man an vielen Felsen auf der Oberfläche der Continente bemerkt; denn fast alle Gesteine werden mehr oder weniger tief verändert, und befinden sich an ihrer Oberfläche in einem weit weniger festen Aggregatzustand, und weit weniger homogen, als in ihrem Innern. Beinahe in allen Steinbrüchen muß man erst eine ziemlich große Steinmasse wegräumen, bevor man Blöcke ausbrechen kann, die homogen, fest und frei von Rissen sind, und die lebhaften Farben zeigen, die man gewöhnlich sucht; man sieht dies besonders in den Marmorbrüchen und im Allgemeinen in den Steinbrüchen dichter Kalksteine. Gewisse Granite (siehe Mineralogie, die Artikel Quarz, Feldspath, Glimmer) sind so tief aufgelockert, daß die ganze Oberfläche des Bodens nur

Fig. 36. Zerfall des Granites an verschiedenen Orten.

eine Anhäufung von Kies in abgerundeten Hügeln darstellt, welche das Regenwasser auf alle Weisen durchfurcht. Häufig trifft man diese Granite auf dem Boden als große abgerundete Blöcke an, die (Fig. 36) auf die bizarrste Weise auf einander gesetzt sind, ein wenig stabiles Gleichgewicht haben und bei dem leichtesten Stoß schwanken können. Dies zeigen besonders gewisse porphyrartige Granite mit großen Krystallen aus blätterigem Feldspath, die man an sehr vielen Stellen antrifft, und die auf dem Centralplateau von Frankreich besondere Bergketten bilden, welche man vom Limousin bis nach Gevaudan verfolgen kann.

In Gebirgen, wo der Granit sich leicht zersetzt, bemerkt man oft, daß die mehr oder weniger durchschnittene Masse, horizontale, durch senkrechte Risse getheilte Schichten darstellt, so daß sie sich gleichsam als eine Anhäufung unregelmäßiger Parallelepipeden zeigt. Man nimmt alsdann an, daß diese eckigen Blöcke in Folge atmosphärischer Einflüsse an den

Kanten und Ecken verwittern, daß die aufgelockerten Theile sich allmählig ablösen, und daß endlich abgerundete Massen entstehen, die entweder wie Käslaibe über einander gelegt, oder isolirt sind, wie wir sie heut zu Tage auf dem Boden liegend sehen. Außer allem Zweifel ist es, daß man die Uebergänge von den eckigsten Blöcken zu den abgerundetsten, und die Uebergänge von den Blöcken, wo sich das Gleichgewicht gewissermaßen auf einem Punkte herstellt, zu andern, wo die Verbindungsstelle ziemlich breite, horizontale Flächen darstellt (Fig. 36), öfters beobachtet.

Man muß jedoch bemerken, daß die Veränderungen, die rein atmosphärisch und im Stande sind, eine vollständige Verwitterung zu bewirken, wie z. B. diejenige, welche man hier annimmt, unter unsern Augen außerordentlich langsam vor sich gehen, so daß man zur Abrundung dieser Granitblöcke einen außerordentlich langen Zeitraum annehmen muß. Auch noch auf eine andere Weise hat man sich die Sache zu erklären gesucht und hat Gasausströmungen angenommen, die mehr oder weniger denjenigen analog sind, welche wir in den Solfataren gesehen haben (§. 38 und 44), und die so schnell die festesten vulkanischen Erzeugnisse zerstören. Diese Idee kann auf die tiefgehende Veränderung der Felsen, d. h. auf die Veränderung gestützt werden, die sehr verschieden ist von der einfachen Zerlegung, welche vor unsern Augen vor sich geht. Es sind auch in der That die erdigen Substanzen, die aus der vormaligen Zersetzung der Granite hervorgehen, in den Säuren auflöslich, die weder die unverletzten Gesteine, noch die Produkte ihrer gegenwärtigen Veränderung durch die Luft angreifen.

**Wirkung der Winde, Dünen.** — Die Winde, welche wir schon die vulkanische Asche haben forttragen sehen und welche ein mächtiges Hülfsmittel

für die Wirkung der Wogen, wovon wir bald sprechen werden, bilden, wirken jedoch für sich selbst nur sehr schwach auf die festen Mineralmassen ein; ihre Wirkungen lassen sich eigentlich nur an Ablagerungen von feinem und leichtem Sande bemerken, und geben zu einigen wichtigen Beobachtungen Veranlassung. Man weiß nämlich, daß die Winde in den Wüsten Afrika's und Arabiens ungeheure Wolken brennend heißen Sandes in die Lüfte heben, dieselben von dem einen Ende zum andern tragen, und plötzlich breite, zuweilen ziemlich hohe Hügel bilden, welche ein nachfolgender Windstoß wiederum zerstört. Aehnlichen Wirkungen sind sämmtliche Küsten unserer Meere ausgesetzt; der geringste Windstoß setzt daselbst den Sand in Bewegung, und bestimmt auf der zuvor ebenen Oberfläche eine Menge unter sich paralleler, durch einen mehr oder weniger breiten Zwischenraum von einander gesonderter, runzelartiger Erhöhungen, deren jede auf der Windseite einen sanften und auf der entgegengesetzten Seite einen steilern Abhang zeigt (Fig. 37); bei einem nachfolgenden Windstoß kommen

Fig. 37.

Fig. 38.

Fig. 37. u. 38. Verlauf der Dünen.

alle diese Runzeln in Bewegung und bald darauf sieht man eine jede von ihnen den Zwischenraum ausfüllen, welcher sie von der vorhergehenden trennte. Ein solches Phänomen im Kleinen sind die Dünen, die sich an den tiefliegenden flachen Küsten unserer Continente bilden, allmählig ungeheure Strecken in den nahe liegenden Ebenen einnehmen, und auf diese Weise das ganze Departement des Landes in Frank-

reich bedeckten. Diese hinter einander liegenden Hügel, deren Richtung senkrecht zu der Richtung der herrschenden Winde steht, sind unaufhörlich in Bewegung und rücken beständig in das Innere der Länder vor. Die Seewinde stoßen den Sand von dem Fuße a des Hügels bis zu dessen Spitze b (Fig. 37), von wo er in der Richtung bc herabfällt, wobei er in diesem Theile eine Abdachung bildet, die immer steiler als die vordere ist. Daher nimmt ein einzelner Hügel, abc (Fig. 37), allmählig nach hinten zu, wenn ihm von vornen neuer Sand geliefert wird, oder wird er versetzt, wenn sich die nämliche Sandmasse beständig hin und her bewegt findet. Wenn nun der Wind auf sämmtliche Sandhügel zugleich einwirkt, so findet sich ihre ganze Masse in kurzer Zeit um eine gewisse Strecke gegen die Länder vorgerückt, während sich vornen auf Kosten des von dem Meere auf's Neue hergespülte Sand frische Hügelchen bilden. Man hat berechnet, daß die Dünen auf diese Weise alljährlich um 20 bis 25 Meter vorrücken, so daß man sicher annehmen kann, es habe eine Zeit gegeben, wo sie sehr weit von der Stelle entfernt waren, welche sie jetzt eingenommen haben, und daß sie durch allmähliges Vorwärtsschreiten in der Folge noch sehr weit in die Länder werden hineingerückt werden. Man kennt ziemlich viele Oerter, welche auf diese Weise durch solche Sandmeere überschwemmt worden sind, und man kann zum Voraus die Zeit berechnen, wo man diesen oder jenen Theil des Landgebietes wird verlassen müssen, wenn man nicht durch geeignete Pflanzungen dahin gelangt, daß man die Beweglichkeit dieser Ablagerungen aufhält.

§. 54. **Wirkung des Blitzes.** — Um die Abhandlung über die Folgen der atmosphärischen Einflüsse abzuschließen, wollen wir hier noch beifügen, daß selbst der Blitz ziemlich merkwürdige Wirkungen haben kann. Einerseits hat man seit Saussure an

ziemlich vielen Orten und auf verschiedenen Felsen Spuren von einer Schmelzung durch einen auf die hohen Berge herabfahrenden Blitz entdeckt. Anderseits haben uns die Beobachtungen von Friedler gelehrt, daß der Blitzstrahl, indem er in den Sand dringt, in demselben enge, unregelmäßige und oft sehr tiefe Kanäle gräbt, deren Wandungen selbst durch die Schmelzung des Quarzes fest geworden sind; endlich gibt es auch Fälle, wo beträchtliche Felstheile durch den Blitz umgeschlagen, von ihrer Stelle gerissen und weit hinausgeschleudert, manchmal den Abhang aufwärts gewälzt oder auf verschiedene Arten zerstückelt werden.

§. 55. **Die Wirkung der Gewässer.** — Das Wasser spielt bei den Veränderungen der Erdoberfläche eine sehr wichtige Rolle; manchmal durch seine auflösende Kraft; am häufigsten aber durch seine erweichende Kraft, durch sein Gewicht, und besonders durch seine Bewegungen, endlich durch seine bewegende Kraft. Daher auch die verschiedenen Veränderungen, deren Bedeutung und Ausdehnung man würdigen muß.

**Auflösende Kraft.** — Die Gewässer zeigen eine chemische Wirkung auf einige Substanzen, die sie entweder unmittelbar oder mit Hülfe der Kohlensäure, die sie einschließt, auflösen können. Sie wirken unmittelbar auf einige nicht sehr reichlich vorhandene Salze, die sie von der einen und andern Seite wegnehmen, oder auf einige Ablagerungen von schwefelsaurem Kalk, welchen sie auf verschiedene Weise zernagen. Mit mehr oder weniger Kohlensäure verbunden, äußert das Wasser seine Wirkung auf die Kalkfelsen entweder im Innern der Erde, aus welcher es wieder zurückkommt, und auf der Oberfläche Tuffe bildet; oder auf hohen Gebirgen, besonders zur Zeit der Schneeschmelze. In diesem Falle enthält das Wasser, das sich der in der Luft eingeschlossenen Kohlensäure

bemächtigt, von dieser Säure in Folge der niedrigen Temperatur, in der es sich befindet, weit mehr als zu jeder andern Zeit; und über die Kalkmassen hinfließend, bildet es daselbst senkrechte Furchen, die immer und immer tiefer werden und ruft zuweilen mehr oder weniger beträchtliche Einstürze hervor. Diese langsamen Wirkungen des Wassers lassen sich besonders auf den Alpen und den Pyrenäen bemerken, da wo der Schnee einen Theil des Jahres bleibt und in der schönen Jahreszeit allmählig schmilzt.

**Erweichende Kraft.** — Indem das Wasser in die thonigen Schichten eindringt, erweicht es dieselben manchmal in dem Grade, daß sich diese Massen nicht mehr in ihren seitherigen Abhängen erhalten können und deßhalb unter ihrem eigenen Gewicht herabstürzen müssen; dies hat schon sehr viele Einstürze (Bergstürze, Bergschlipfen, Blaiken) im sedimentären Gebirge verursacht. Eine der merkwürdigsten Katastrophen dieser Art ereignete sich im Jahre 1806 an dem Ruffiberg oder Roßberg in der Schweiz nach einer sehr regnerischen Jahreszeit. Da die Thonsubstanzen, welche als Bindemittel für die Gerölle dienen, woraus der Berg besteht, erweicht waren, so löste sich plötzlich eine Masse von mehr als 50 Millionen Kubikmeter ab, stürzte in das Thal hinab, bildete daselbst 60 Meter hohe Hügel und begrub mehrere Dörfer unter Schlamm- und Geröllmassen. Unter ähnlichen Umständen wurde im Jahre 1618 die Stadt Plürs im Veltlin und im Jahre 1669 ein Theil der Stadt Salzburg zerstört. Man hat schon öfters mächtige Steinschichten langsam in den Grund der Thäler über den Schichten erweichter Thonsubstanzen, auf denen sie ruhten, herabgleiten, und ganz ruhig die Anpflanzungen, sogar die darauf stehenden Wohngebäude aus ihrer Stelle rücken sehen, ohne daß die Bewohner derselben es im ersten Augenblick gewahr wurden.

Das Wasser, das durch die Gesteine hindurch bis zu den Thonschichten sickert, die es aufhalten können und auf deren Fläche es seine Richtung nach außen nimmt, erweicht zuweilen auch diese Substanzen, von denen es allmählig gewisse Theile und besonders den Sand, der sie bedeckt, mit sich fortführt. Daraus ergeben sich nun an den Punkten, wo es aus der Erde tritt, mehr oder weniger ausgedehnte leere Räume, welche die darüber liegenden festen Massen ohne Stützpunkt lassen; diese letzteren werden alsdann auf jede Weise aus ihrer Lage (Fig. 39) gerückt und

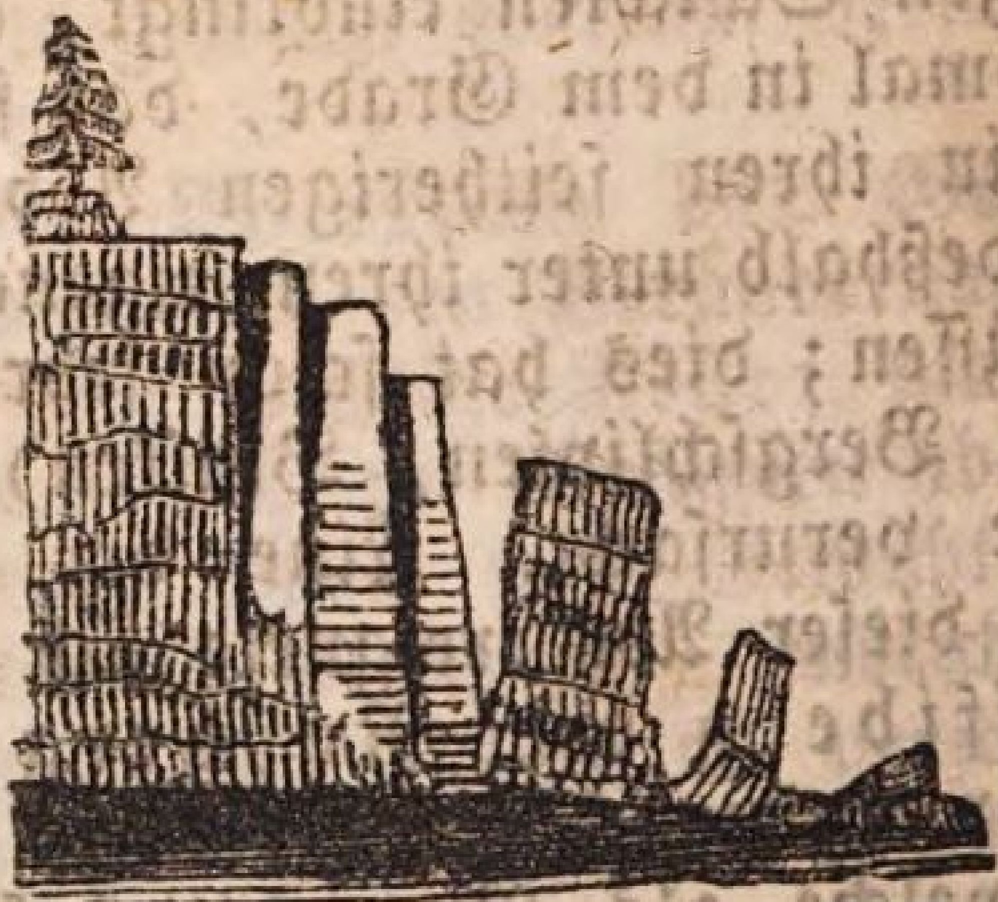

Fig. 39.

in kurzer Zeit umgestürzt. Man sieht dies häufig an gewissen Abhängen, an deren Fuß sich sandige Thonschichten finden, welche die Quellen auswärts führen.

Etwas Aehnliches geschieht, wenn das den Fuß der Berge bespülende Wasser daselbst solche Substanzen finden, die sie mit Leichtigkeit erweichen oder deren Festigkeit sie sonstwie zerstören können. In diesem Falle befinden sich die oberen Theile des Bodens in kurzer Zeit überhängend, und es geschehen mehr oder weniger beträchtliche Einstürze. Dies findet z. B. an den Meeresküsten, an den Ufern der Flüsse oder Seen Statt, wo sich auf diese Weise mehr oder weniger hohe Abhänge bilden, die mehr und mehr beschädigt werden. Das Gleiche geht

manchmal am Fuße der Wasserfälle vor sich, die über senkrechte, aus wechsellagernden kalkigen und thonigen Ablagerungen bestehenden Felsen herunterstürzen (Fig. 40); diese letzteren werden erweicht,

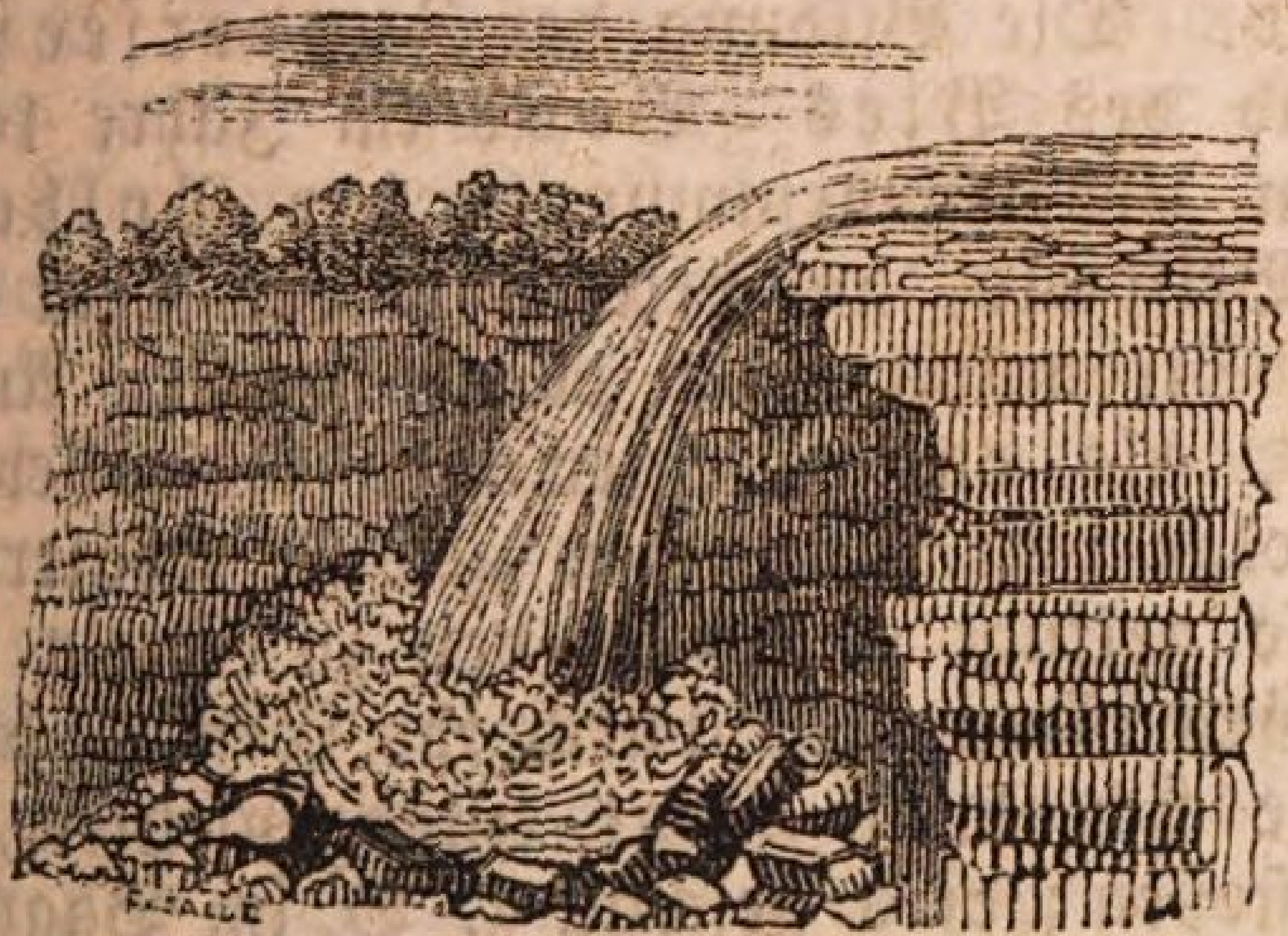

Fig. 40.

und durch das Wasser allmählig fortgeführt, welches längs der Felswand hindurchsickert, oder nach seinem Falle zurückspritzt; die andern Schichten, die dadurch überhängend wurden, müssen früher oder später unter ihrem eigenen Gewichte einstürzen. In diesem Falle gräbt sich der Wasserfall in die Masse des Bodens ein, und wiederholt sich dieselbe Wirkung, so bildet sich nothwendig eine Rinne, so breit als der Fluß, die immer tiefer wird. Auf diese Weise ist der Wasserfall des Niagara, durch den sich der Eriesee in den Ontariosee stürzt, seit der Niederlassung der Europäer in Amerika merklich zurückgetreten und hat wahrscheinlich das tiefe Bett gegraben, durch welches sein Wasser alsdann abfließt.

**Wirkung des Gewichts.** — Da das Wasser, wie alle übrigen Körper, durch sein Gewicht wirkt, so trägt es offenbar oft zu den von uns bereits bezeichneten Einstürzen bei und eben so gewiß übt es auch eine mächtige Wirkung auf die Dämme aus, die



Bayerische
Staatsbibliothek
München

es zurückhalten. Wir sehen seine unheilvollen, verheerenden Wirkungen bei den Ueberschwemmungen, welchen verschiedene Gegenden in Folge ihrer Lage unterhalb der durch natürliche oder künstliche Dämme zurückgehaltenen Flüssen, See'n oder Meeren, ausgesetzt sind. Die Bildung der Zuydersee im Jahre 1225, und des Bies-Boos im Jahre 1421; die zahlreichen Ueberschwemmungen der Polders sind traurige Beispiele, an welchen in der That die Wirkung der Strömung einen ebenso großen Antheil gehabt hat, als das Steigen der Gewässer. Wenn sich in Folge von Einstürzen gewisse Thäler versperrt finden, so gelingt es öfters den zu See'n angesammelten Gewässern bloß durch ihr Gewicht die Hindernisse, die sich ihrem Wege entgegensetzten, von sich weg zu stoßen; dies geschah z. B. im Bagnethal von Wallis im Jahre 1818, und wurde oft nach den Erdbeben gesehen, wo die eine Zeitlang in ihrem Laufe aufgehaltenen Gewässer in der Umgegend mehr Schaden gethan haben, als das Erdbeben selbst.

§. 56. **Wirkung der fließenden Gewässer.** — Mit der erweichenden Kraft und dem Gewicht des Wassers verbindet sich oft noch eine dritte Kraft durch die Bewegung, die ihm innwohnen kann und die von der während des Herabströmens über mehr oder weniger stark geneigte Abhänge erhaltenen Geschwindigkeit abhängt. Diese Kraft ist zuweilen äußerst intensiv und der größten Wirkungen fähig, die man überall in den Gebirgen beobachten kann. Es findet sich wohl Niemand, der sie nicht schon nach heftigen Ungewittern auf den auf der Erdoberfläche so häufigen Ablagerungen leichter Substanzen zu bemerken und die tiefen Schluchten, die sich alsdann darin eingegraben finden, zu beobachten Gelegenheit gehabt hätte. Diese Wirkungen sind nun überall, wo es steilere Abhänge und eine auf demselben Punkte vereinigte beträchtlichere Wassermasse

gibt, noch weit größer. Wenn eine Wasserhose oder ein heftiges Gewitter auf ein Gebirge losbricht, so geschieht es oft, daß der Boden, wofern er nicht durchaus ein hartes Gestein (z. B. Quarzfelsen, Granitfelsen u. s. w. darstellt, beschädigt und sehr tief durchfurcht wird. Die zahlreichen Risse, welche die Oberfläche der Felsen erhält, begünstigen die Einwirkung der Gewässer, und alsbald löst sich eine beträchtlich Masse von Fragmenten ab, welche die zerstörende Macht des Stromes noch vergrößern. Bald hierauf finden sich Felsblöcke von jeder Größe vom Berge * losgerissen, und auf große Entfernungen hinaus getragen, wobei sie die Wirkungen wegen ihrer Masse und Schnelligkeit verzehnfachen, verhundertfachen. Daher furchtbare Schluchten, auf vormals ebenen Abhängen und eine unermeßliche Trümmeranhäufung am Fuße des Berges und auf der ganzen Strecke des Bodens, wo die Geschwindigkeit allmählig abnimmt. Die durch solche Umstände oder durch die plötzliche Schneeschmelze angeschwollenen Ströme erzeugen gleichfalls schreckliche Verwüstungen; sie nehmen auf ihrem Wege alles bis auf den Quarz = oder den Granitfelsen mit sich fort, welchen sie selbst auch bald mittelst der Bruchstücke und Blöcke, die sie schnell vorwärts stoßen, mit Gewalt angreifen. Nichts ist alsdann schreckenerregender als solche Wasserströme, die man in den Schluchten dahin schießend und manchmal 10 bis 15 Cubikmeter große Felsblöcke mit sich fort wälzend gesehen haben muß, um sich einen deutlichen Begriff davon machen zu können.

Wenn man nach dem Rücktritt des Stromes in seine gewöhnliche Gränzen diejenigen Theile des

* Sämmtliche Felsen, aus welchen die Erdoberfläche besteht, sind auf alle Arten zerbrochen: wegen der Risse können an gewissen Stellen enorme B.öcke durch die Gewalt des Wassers abgelöst werden, während man an andern Stellen den Boden gleichsam ewig dieser Gewalt widerstehen sieht.

Thales durchläuft, welche er eingenommen hat, so findet man hinsichtlich der Anzahl und Lage der Felsblöcke bedeutende Veränderungen, die man zuvor nicht daran bemerkte. Man macht sowohl in der Thalsohle als an den seitlichen Theilen bis zur Höhe der Gewässer hinauf die Beobachtung, daß die Felsen frisch abgenützt und geriefelt und sogar sehr tief geriefelt sind, wenn sie aus Kalksteinen bestehen; es ist dies offenbar eine Folge von der Wirkung der schweren, durch den Strom mit fortgeführten Blöcke. An andern Punkten zeigen frische Brüche das gewaltsame Losreißen mehr oder weniger großer Felstheile.

**Eisbruch bei den See'n.** — Die See'n, die sich zuweilen in den Thälern durch die Lawinen oder durch die Einstürze bilden, bieten in ihrem Eisbruch noch etwas Schrecklicheres in Folge der enormen Wassermasse dar, welche alsdann in wenigen Augenblicken abfließen kann. Kaum hat das Abfließen durch einige Risse begonnen, als sich die anfängliche Oeffnung mit einer furchtbaren Schnelligkeit vergrößert und in einem Augenblick der ganze Damm gleichsam abgetragen ist. Ein ungeheures Wasservolumen strömt nun mit einer außerordentlichen Gewalt ab, und nichts vermag der aus der Masse und der Geschwindigkeit, die zuweilen in einer Sekunde 15 bis 20 Meter beträgt, zusammengesetzten Wirkung Widerstand zu leisten. Alles wird über den Haufen geworfen, und die festesten Felsen, wenn sie auf der Richtung des Stromes ein Widerlager bilden, werden in einem Nu aus ihrer Stelle gerissen, zerbrochen und auf weite Entfernungen hinausgeführt. Die Beschädigung des Bodens ist am Ursprung des Stromes und in den engen Passagen mit steilen Abhängen so vollständig, daß der bloßgelegte Felsen wie durch Menschenhände durchschnitten worden zu sein scheint. Dies geschah z. B. bei dem Eisgang des See's, welcher sich im Jahre 1818 im Bagnethale gebildet hatte.

Aehnliche Spuren sieht man noch an den Seiten der Thäler, die auf diese Weise in Calabrien während der Erdbeben vom Jahre 1783 versperrt wurden.

Wenn man solche Resultate sieht, kann man nicht zweifeln, daß, wenn sich durch einige unterirdische Bewegungen in dem Damme eines großen See's, wie z. B. des Eriesee's, ein Riß bildet, in kurzer Zeit eine tiefe Lücke gegraben wird, die man genau den Engpässen vergleichen kann, welche man so häufig in den Thälern sieht (§. 14), und welche man so sehr den Eisbrüchen vormals übereinander gelegener See'n, wie es jetzt noch die See'n von Nordamerika sind, zuzuschreiben versucht wird.

**Schlammströme.** — Durch die eine oder andere Ursache bilden sich auch Ströme von schlammigen Substanzen, deren Verwüstungen nicht weniger furchtbar sind. Manchmal geschieht es, z. B. in Irland, daß auf sehr sanften Abhängen gelegene Torfgruben, nachdem sie aufgeschwellt und durch zurückgehaltenes Regenwasser mehr oder weniger ausgebaucht worden, nicht mehr dem ersten Regenguß, der kömmt, Widerstand zu leisten vermögen und sich in Bewegung setzen. Sie ergießen sich alsdann trotz ihrer breiigen Consistenz und trotz der sanften Abhängen mit einer außerordentlichen Schnelligkeit, und werfen Alles um, was sich auf ihrem Wege befindet. In andern Umständen erweicht das Regenwasser lockere Thonsubstanzen, häuft sich darin an, und in einem gewissen Momente brechen die Dämme des Behälters durch, und ein von Felsstücken und sogar mit Blöcken, die von der zähen Masse getragen werden, erfüllter Strom bildet sich und fließt mit einer furchtbaren Geschwindigkeit ab, wobei er Alles über den Haufen wirft und dabei tiefe Rinnen gräbt. So ist es z. B. bei den wilden Waldströmen in dem Arvethal am nördlichen Abhange der Alpen. Die Schlammeruptionen von Java und Peru (§. 45) haben auf ihrem

Wege über den Abhang des Bodens mehr Unheil angerichtet, als selbst die Aufhäufung des Schlammes, womit sie die Gegend bedeckten.

§. 57. **Gefäll der Waldströme und Flüsse.** — Wir haben gesagt, daß sich die fließenden Gewässer in ihren Wirkungen um so nachtheiliger äußern, je stärker die Abhänge sind, über welche sie hinabfließen; allein man darf darum nicht glauben, daß auch das Gefäll des Bettes sehr beträchtlich sein müsse. Die schnellsten Waldströme oder Gießbäche, die ein ununterbrochenes Bett bilden und Blöcke von einem halben Meter Durchmesser mit sich fortführen, bieten doch nur Abhänge von 1—2 Graden dar, und viele Flüsse fließen mit einer großen Schnelligkeit über unendlich schwächere Abhänge: ein Abhang von 3 bis 4 Minuten gibt uns beinahe die Gränze für die schiffbaren Flüsse, und unsere schnellsten Flüsse, die wirklich eine gewisse Tiefe haben, wie z. B. der Rhein, die Rhône 2c., zeigen nur Gefälle von 1 bis 2 Minuten; an mehreren Punkten ihres Laufes fließen sie noch mit einem Gefälle von 4 bis 8 Sekunden. Diese Thatsachen sind für die Vergleichung sehr wichtig, denn man ersieht daraus, welche große Wirkungen auf stärkeren Abhängen und bei größeren Tiefen erzeugt werden können. Man braucht nicht weiter zu gehen; denn wenn unsere Waldströme mit einem Gefälle von 1 bis 2 Graden Massen von ½ Meter Durchmesser fortzurollen im Stande sind, was würde nicht bei einem doppelten oder dreifachen Gefälle geschehen können! Und was würde nicht geschehen können, wenn bei diesem Gefälle die Tiefe des Wassers dieselbe würde, wie die unserer Flüsse! Es ist klar, daß hier der zäheste Schlamm eine enorme und der größten Wirkungen fähige Geschwindigkeit erlangen könnte. Wenn die Flüsse bei einem Gefälle von 3 bis 4 Minuten nicht mehr schiffbar sind, was würde troß des schwachen Gefälles die Geschwindig-

keit und die ihnen eingepflanzte Kraft sein, die sie bei größeren Tiefen erlangen könnten? Was mußte nicht da geschehen sein, wo in verschiedenen Phänomenen fließende Gewässer Thäler von mehreren hundert Meter Tiefe ausfüllen konnten! Man begreift denn nun leicht die furchtbaren Entblößungen oder Auswaschungen der Thäler, man begreift denn nun die Fortführung der größten Felsblöcke, ohne daß man kaum aus den Gränzen der heutigen Erscheinungen tritt.

§. 58. **Gerölle, Geschiebe.** — Bei den Verwüstungen, welche die fließenden Gewässer veranlassen, werden die den Gebirgen entrissenen Trümmer mehr oder weniger weit fortgeführt, je nachdem die Neigung des Bodens der Kraft des Wasserstromes erlaubt, sich auf mehr oder minder beträchtliche Entfernungen hinaus zu erhalten; allein in dem Maße, als das Gefäll abnimmt, nimmt auch die Geschwindigkeit ab, und bleiben auch allmählig die größeren Blöcke auf dem Grunde des Thales zurück, nach diesen erst die kleineren, und zuletzt auch der Sand und Schlamm, die oft weit hinausgetragen werden. Da die Blöcke und Fragmente während dieses Transportes sich an einander, und an den festen Wandungen des Bodens reiben, so verlieren sie allmählig ihre Kanten und Ecken, und werden endlich vollständig abgerundet, und bilden das, was man Gerölle nennt. Der ganze untere Theil der Gebirgsströme findet sie da, wo der Boden hinlänglich eben wird und wo das sich erweiternde Thal dem Wasser gestattet, breiter zu werden, wobei dieses an Tiefe und an Schnelligkeit abnimmt, gewöhnlich mit diesen Geröllen bedeckt, welche sich zuweilen in ungeheurer Menge anhäufen, und zwischen welchem sich der Fluß bei seiner gewöhnlichen Breite auf verschiedene Weise in einem Bette, das er sich gemacht hat, und das er oft bei den verschiedenen Zuflüssen verändert, hin-

schlängelt. Auch die Flüsse und See'n, in welche sich die Waldströme ergießen, und wo diese letzteren daher ihre Schnelligkeit verlieren, verschütten sich täglich mit diesem Gerölle, weßwegen auch z. B. das Bett des Po's immerwährend steigt. Der Kies und der Sand, die nur feine Gerölle sind, der Schlamm, der durch die allgemeine Abnützung und die erdigen Theile entsteht, werden stets sehr weit, entweder unmittelbar in die See'n und Meere, oder in die großen Flüsse fortgeführt, aus welchen sie sich allmählig an deren Ufer und besonders an deren Mündungen absetzen, die dann immer mehr davon versperrt werden.

Es bilden sich auch Gerölle oder Geschiebe gleichsam auf dem Platze selbst durch die Einwirkung der Wellen auf die eingestürzten Felsen. Auf diese Weise haben sich an den Küsten von Frankreich und England die Feuersteine der Kreide abgerundet und sich gegenseitig abgenützt, und bilden beträchtliche Bänke von Geschiebe. Etwas Aehnliches mußte an solchen Punkten geschehen sein, die heutzutage im Innern der Länder sind, wo man abgerundete und in allen ihren Theilen sehr glatte Blöcke ganz nahe an den Felsen findet, wovon sie offenbar abgelöst worden sind: man bemerkt dies besonders häufig um die Basalthügel herum am südlichen Theil der Cevennen, entweder in den Trümmerhaufen, welche die Abhänge derselben bilden, oder in den Anschwemmungen, aus denen die benachbarten Ebenen bestehen.

In den Schlammströmen, die man in der That niemals große Räume durchlaufen sah, scheinen die Blöcke und Fragmente sich weit weniger abzurunden, als in den Wasserströmen. Ein merkwürdiger Umstand bei den Schlammströmen ist dies, daß sie die darin enthaltenen Trümmer gewöhnlich an den Ufern der von ihnen gegrabenen Rinnen, und zwar selbst in dem Niveau absetzen, welches die Schlammmasse

erreicht hatte, gerade wie wenn sie auf der Oberfläche geschwommen wären: dies zeigen z. B. die längs der wilden Gebirgsströme des Salanchethals liegenden Trümmer.

§. 59. **Fortführung durch Eis und Gletscher.** — Wenn Gerölle und mehr oder weniger große Blöcke durch das Wasser oft auf sehr große Entfernungen von ihrem gewöhnlichen Platz hinausgerollt werden können, so gibt es auch noch andere Transportmittel, die sich uns häufig zeigen. Alle Reisenden, welche die Eisregionen der Nordmeere besuchten, sahen auch an den Ufern das Eis mehr oder weniger beträchtliche Felsblöcke einschließen, und sahen auch, wie die Eisschollen zur Zeit des Eisganges diese Trümmer mit sich fortreißen, sie nach allen Richtungen hintragen, sie auf der einen oder andern Seite an denjenigen Stellen absetzen, wo sie scheitern, oder sie an den Grund des Meeres hinabsinken lassen. So sah man bei Canada, Grönland und an den Küsten von Nowaja-Semla rc., sehr voluminöse Blöcke, die von einem Orte zum andern und oft sehr weit hinaus getragen wurden. Es ist nicht zweifelhaft, daß viele kleine, gleichfalls in das Eis eingebackene Trümmer auf gleiche Weise fortgeführt worden sind, und da und dort mehr oder weniger ausgedehnte, zugängliche Ablagerungen bildeten.

Die Gletscher, d. h. jene Massen festgewordener Graupen, welche die hohen Thäler der großen Gebirgsketten einnehmen, sind gleichfalls äußerst merkwürdige Transportmittel. Verschiedene Umstände gestatten diesen Ablagerungen, sich beständig zu bewegen und an den Abhängen des Bodens, auf denen sie sich finden, herabzugleiten; nun findet sich aber ihre Oberfläche mit Geschiebe und Felsblöcke bedeckt, die von den umgebenden Bergen herabgefallen sind, und wird das Ganze von dem obern Ende bis zum untern langsam fortgeführt, und so finden sich die oft

ungeheueren Blöcke, ohne eine Reibung erlitten zu haben, weit fort getragen. Diese Trümmer häufen sich in Folge verschiedener Phänomene, in deren Einzelheiten wir nicht eingehen können, immer auf den seitlichen Theilen des Gletschers gegen die Thalseite hin auf, und oft entstehen auch daraus durch den Einfluß der Seitenthäler, die ihren Beitrag in langen Streifen herbeiführen, kleine längliche Hügel, die man M o r ä n e nennt. Alle diese Trümmer stürzen, wenn sie am untern Ende des Gletschers angekommen sind, im Thale über den Abhang, und bilden an seinem Fuße andere, zuweilen ziemlich hohe Moräne. Wenn nun der Gletscher, nachdem er sich eine Zeitlang in Folge einer Reihe kühler Sommer vergrößert hatte, durch darauf folgende warme und lange Sommer abgenommen hat, so bleiben die verschiedenartigen Moräne auf dem durch das Eis verlassenen Boden, und bilden theils mehr oder weniger hohe Dämme, die unten im Thale quer über liegen, theils an den Seiten des Thales in einer mehr oder weniger beträchtlichen Höhe lange Streifen. Dies sind alsdann zugängliche Ablagerungen, wo man in einem Durcheinander alle Felsarten des Thales als Fragmente und Blöcke von jeder Größe aufgeschichtet findet. Oft erkennt man diese zurückgelassenen Massen an verschiedenen Punkten, und selbst in ziemlich großen Entfernungen, welche die verschiedenen Zustände der Gletscher in verschiedenen Epochen anzeigen.

Nicht unnütz mag hier die Bemerkung sein, daß die Abhänge der Gletscher immer stärker sind als das Gefäll der Flüsse und niemals weniger als 3 Grade betragen. Dies muß daher auch das Minimum der Neigung der auf den Seiten des Thales in Folge eines starken Sinkens des Gletschers zurückgebliebenen Trümmerhaufen sein. Man wird daher auf diese Weise ein Mittel besitzen, diese Ueberreste der seitlichen Mo-

räne von den Ablagerungen zu unterscheiden, welche durch Ströme, deren Gefälle weit schwächer sind, gebildet worden sein könnten (§. 57).

§. 60. **Streifen, Furchen (Rinnen), Glätte (Abgeschliffenheit) der Felsen.** — Ein Umstand, den anzugeben wir nicht unterlassen dürfen, welche Erklärung man auch davon geben könnte, ist dies, daß man oft auf den Alpen um die Gletscher herum, entweder in denjenigen Theilen, welche vom Eis aufgegeben worden sind, oder in einigen, sogar unterhalb dieser Ablagerungen liegenden Punkte, zu denen man gelangen kann, sehr deutliche unter sich parallele Furchen und Streifen bemerkt, die auf dem Felsen beinahe in der Richtung verlaufen, welche die Bewegung bei dem Transport der Masse nahm. Auch sind große Strecken von Felsen abgenützt und abgeschliffen, gleichsam polirt, wenn die Substanz dauerhaft genug zur Erhaltung der Spuren dieser Wirkungen ist. Man glaubte nun, daß diese merkwürdigen Wirkungen aus der Reibung der Eismasse an den Felsen, die sie heute noch tragen oder sie ehemals auf mehr oder weniger bedeutenden Höhen getragen haben, hervorgegangen seien. Aber ohne wirklich beweisen zu können, daß sich die Sache nicht also verhalte und ohne eine bestimmte, sichere Erklärung von diesen Erscheinungen geben zu können, ist es immerhin gut, wenn man hier die Zweifel angibt, die man dagegen erheben kann. Zuerst läßt sich aus dem Umstande, daß die Richtung der Streifen auch die der Bewegung des Gletschers sei, nichts schließen; denn diese Richtung haben auch die Thäler, in welchen fließende Wasser sich gleichfalls hätten bewegen können. Auf der andern Seite beweisen die unterhalb der Gletscherpartien, zu denen man gelangen kann, beobachteten Streifen und Furchen keineswegs, daß sie von jenen Ablagerungen erzeugt worden sind; denn sie konnten eben so gut schon zuvor gebildet worden sein, wie diejenigen, die Durocher unterhalb

der Sandablagerungen, welche die um das baltische Meer herum liegenden Ebenen bilden, bemerkt hat. Kurz, diese Furchen, diese Streifen und alle Wirkungen, von denen wir sprachen, können schon vor den Ablagerungen, von denen sie bedeckt sind, gewesen sein, und was diese Annahme zu unterstützen scheint, ist selbst die Ausdehnung des Phänomens, die über die gegenwärtigen Gränzen der Gletscher hinausgeht. Man hat aus dieser letzteren Beobachtung gefolgert, daß sich die Gletscher ehemals viel weiter ausdehnten als jetzt; doch die Theorie der Erdwärme könnte eher das Gegentheil glauben lassen, weil die Wärmeausströmungen aus dem Innern der Erde ehemals nothwendig stärker gewesen sein mußten, als gegenwärtig, daher konnten auch die Gletscher nicht so weit reichen. Wenn sie in dem Chamounythal ehemals ein wenig weiter (nämlich um eine Meile) vorwärts gerückt waren, als in unsern Tagen, so kann dies von einigen Umständen kälterer Winter, als wir sie jetzt haben, ferner von einigen Dispositionen der Wärmelinie, welche Resultate von irgend einem Unterschiede in der Beschaffenheit der Länder sind, die vielleicht diesem Theile der Welt ein Klima gab, das wir heutzutage zu Quebec unter dem nämlichen Breitegrad finden (§. 16), herrühren.

§. 61. **Wirkung der Wogen und der periodischen Bewegungen des Meeres.** — Wenn Gewässer, die den Fuß der Berge unaufhörlich befeuchten, die untern Schichten derselben erweichen und den Einsturz derjenigen Theile hervorrufen können, die sie der Stütze berauben, so ist es klar, daß das unaufhörlich bewegte, manchmal mit außerordentlicher Gewalt an die Festländer anschlagende Wasser auch eine außerordentliche Wirkung auf die Küsten haben muß. Die Meereswellen zeigen in der That eine enorme Gewalt, besonders da, wo sich abgerissene, steile Felsen unmittelbar den Wogen eines offenen Meeres ausge-

setzt finden. Der Stoß ist manchmal von solcher Art, daß die Erde unter den Füßen zittert, die festesten Dämme keinen Widerstand zu leisten vermögen, ungeheure Steinblöcke abgerissen, weit landeinwärts getragen, das Ufer auswärts gestoßen und manchmal in senkrechter Richtung über die Hafendämme hinausgeschleudert werden, wo sie dann wie leichtes Gerölle herabrollen; mächtige Sand- und Kiesbänke werden oft zerstört und ganze Gegenden finden sich in einem Augenblick verheert.

Die Chroniken und Ueberlieferungen von den an Meeren gelegenen Gegenden bieten uns zahlreiche Beispiele von den allmähligen Veränderungen, von vorübergehenden Unfällen, die in sehr vielen Lokalitäten Statt gefunden haben. Unendlich vieles ist in dieser Hinsicht geschehen und jeder Tag fördert Neues zu Tage an den platten, sandigen Küsten, welche die Meere in den verschiedenen Welttheilen begränzen; wir haben davon berüchtigte Beispiele genug von der Einmündung der Schelde bis zum Kanal von Jüttland an, wo man den Bies-Bosch, das Harlemermeer, die Zuydersee, den Dollart bei den außerordentlichen Eruptionen des Meeres sich bilden sah, wo unzählige Veränderungen an den Eiländern von der Insel Texel an bis zur Elbemündung, in den Windungen des Lymfiords, oder an den Küsten des Kattegats und des baltischen Meeres vor sich gingen. Unendlich viele Einschnitte, flache Buchten und tiefe Meerbusen haben sich da mit verschiedenen Wiederholungen während der heftigen Stürme gebildet und bilden sich noch alle Tage durch die gewöhnliche Wirkung der Wogen, die bald Sandmassen herbeiführen, bald die ehemals von ihnen gebildeten Dämme wieder zerstören.

Doch nicht bloß auf den lockern Terrains äußert sich die Wirkung der Wogen; auch an den festesten Felsen offenbart sie sich; daher auch die täglichen Veränderungen

in den ungeheuren senkrechten Felsen, die man an den Küsten von Frankreich und England, und in allen Theilen der Welt antrifft. Je abgerissener, steiler die Küste und je mehr sie dem unmittelbaren Spiel der Wogen ausgesetzt ist, desto mehr erfährt sie auch die Gewalt des Stoßes. Dagegen schreitet die Woge auf den platten Küsten, die ihr kein Hinderniß entgegensetzen, so weit es ihre Kraft zuläßt und bis sich allmählig ihre Geschwindigkeit ganz verloren hat, vor; sie führt alsdann an Sand und Gerölle weit mehr herbei, als sie selbst an den lockersten Terrains zerstört. Die natürliche Lage der festen Schichten ist der Wirkung der Wellen bald ungünstig, bald günstig; sie ist ihr ungünstig, wenn diese Schichten, vereinigt und sehr homogen, gegen das Meer geneigt sind (Fig. 41), weil die Rückkehr einer Welle längs des

Fig. 41. Wirkung der Wellen auf geneigten Ebenen.

geneigten Abhanges die Wirkung der nachfolgenden Welle vermindert, wovon der Rest der Kraft nur noch ausreicht, um das Wasser die Ebene hinansteigen zu lassen; das Wasser vermag alsdann bloß mit Hülfe der Spalten und Risse, die sich im Felsen befinden, denselben anzugreifen. Anders ist es aber, wenn der Boden seine abgeschnittenen Theile (Schichten-

köpfe) (Fig. 42 und 43) der Wirkung des Wassers darbietet: die untern, durch die wiederholten Wellenschläge, die durch nichts geschwächt werden, unaufhörlich angegriffenen Theile waschen und höhlen sich nach und nach aus, und zwar um so schneller, je schneller die Substanz erweicht, oder je leichter überhaupt ihr Zusammenhang, ihre Festigkeit, zerstört werden kann; die obern Schichten, welche in kurzer Zeit dadurch überhängend werden, werden bald wankend gemacht und ins Meer gestürzt. Auf diese Weise sind beträchtliche Küstentheile zu verschiedenen Zeiten eingestürzt, sind Vorgebirge verschwunden, andere vom Continente abgeschnitten und getrennt worden. Dies geschieht Alles sehr rasch an solchen Orten, wo ein tiefes Meer die abgelösten Blöcke verschlingt, oder in denjenigen, wo die Wogen mächtig genug sind, um die Trümmer hin und her zu werfen, sie durch Zusammenstoßen oder gegenseitige Reibung abzunützen und sie nach und nach wegzuräumen, so daß der Fuß des Abhanges immer bloßgelegt ist. Dies ist besonders dann der Fall, wenn ein enger Raum zwischen zwei gegenüberliegenden Küsten starke Strömungen verursucht, wie z. B. in

Fig. 42 und 43. Wirkung der Wogen auf die schroffen, abgeschnittenen Felsen.

dem Kanal von La Manche, zwischen Frankreich und England, im Kanal St. Georg u. s. w., wo das in seinem Lauf aufgehaltene Wasser des atlantischen Meeres mit ungeheurer Gewalt an die Küsten schlägt. An diesen Stellen erreicht das Meer beständig das Gebirge, und zwar mehr oder weniger schnell, je nach dem Grad des Widerstandes, den ihm der Boden entgegensetzt. Sehr viele Erzählungen geben auch die Zeit der Haupteinstürze oder das Vorhandensein von Leuchtthürmen, Wohnungen und selbst Dörfern an, die allmählig verlassen worden und jetzt völlig verschwunden sind.

Wenn die von steilen Meeresufern herabgefallenen Trümmermassen nicht alsbald weggeräumt werden, so geht daraus (Fig. 44) ein natürliches Bollwerk

Fig. 44. Aufhäufung von Trümmern, die sich der Wirkung der Wellenschläge entgegensetzen.

gegen die Meereswogen, die sich daran brechen, ehe sie den Fuß des Uferabhanges erreichen, hervor; und erst nach langer Zeit können diese Trümmer abgenützt, abgerundet und nach und nach weggenommen werden, was von dem Grade der Festigkeit der Felsmasse, woraus sie bestehen, abhängt. Man bildet diese natürlichen Bollwerke so sehr als möglich nach, indem man Felsblöcke vor solche Uferabhänge

setzt, die man entweder an den Küsten des Meeres oder an den Ufern der Flüsse schützen will.

Wenn man die tägliche Einwirkung der Meereswogen auf die Continente beobachtet hat, so muß man natürlich denken, daß die zahlreichen Unfälle (Einstürze, Auswaschungen, Entblößungen u. s. w.) des Bodens, die man an den Küsten bemerkt, und deren Datum man nicht weiß, denselben Ursprung gehabt haben. So muß man z. B. offenbar der Wirkung der Wogen gewisse Höhlen, die man häufig in gleicher Höhe mit dem Meere an den steilen Kalksteinfelsen der Küsten bemerkt, und vielleicht auch die mehr oder weniger hohen Bögen (Bogengänge), welche durch gewisse Vorgebirge hindurchgehen, zuschreiben. Es ist jedoch zu bemerken, daß diese Einwirkung bloß bei leicht erweichbaren Substanzen, z. B. bei der Kreide, Thonerde, bei sandigen Gebilden, sogleich große Resultate hat, dagegen unendlich langsam bei den festeren und härteren ist; es gibt Punkte, wo sie seit den ältesten historischen Zeiten gar nichts zur Folge hatte. Alsdann reicht es aber nicht hin, wenn man zur Erklärung aller Thatsachen bloß die zerfressende, zernagende Kraft des Wassers zuläßt, noch reicht dazu die große ungestüme Macht der Wogen hin, sondern es muß auch der Boden, an denen sich die genannte Wirkung ausspricht, auf alle Arten, entweder durch vorausgegangene Wirkungen oder im Momente selbst durch Erdbeben, begleitet von heftigen Bewegungen des Meeres (§. 19), zerrissen oder gespalten sein. So nur vermögen wir uns die isolirten Felsen, die sich in der Nähe der Continente finden, die großen Durchbrüche, durch welche das Meer einen Durchgang findet, die Gruppen zerschnittener, zerrissener Felsen, welche mitten im Meere Felsenriffe bilden, endlich alle jene so gewöhnliche und so verschiedenartige Zergliederungen, die man an den Küsten von Frankreich und England, an den zahlreichen

Inseln, welche sich gegen die Nordmeere (Fig. 45 u. 46) hin ausdehnen, und in unendlich vielen andern Orten beobachtet, erklären.

Fig. 45.

Fig. 46.

Fig. 45 u. 46. Beispiele von Felsen, die durch die Gewässer zerbrochen und façonnirt worden sind.

§. 62. **Trümmerablagerungen durch die Gewässer.** — Bis jetzt haben wir die Gewässer als ein zerstörendes Agens betrachtet; aber eben deßwegen, weil sie gewisse Theile des Erdkörpers unaufhörlich beschädigen, bilden sie an einem andern Orte neue Ablagerungen, und zwar im Verhältniß, als sie anderwärts Stoffe wegführen. Nachdem die Ströme Blöcke und Bruchstücke jeder Art abgerissen, dieselben in Gerölle verwandelt und diese auf mehr oder weniger beträchtliche Entfernungen hinaus fortgetragen haben, setzen sie dieselben in dem Maße ab, als ihre Geschwindigkeit abnimmt, und daher auch im untern Theil der von ihnen durchströmten Thäler, bei ihrem Zusammenfluß mit den Flüssen oder den See'n, in die sie sich ergießen. Daher ungeheure Anhäufungen von Trümmern, deren größere Theile sich durch Schlamm, der sich zugleich absetzt, verbunden finden.

Die großen Flüsse lassen, wenn sie in wenig geneigten Theilen fließen, gewöhnlich die gröbsten Theile, die sie aufgenommen haben, hinter sich und führen nur diejenigen mit sich fort, deren Gewicht mit der ihnen inwohnenden bewegenden Kraft im Verhältniß steht. Da aber oft ihr Gefäll sich mehr und mehr vermindert und auf diese Weise am Ende ihres Laufs beinahe unmerklich wird, so setzen sie auch die Substanzen, die sie mit sich führen, allmählig ab und erhöhen dadurch immer mehr ihr Bett; sie versperren sich endlich selbst den Lauf und theilen sich in mehrere kleinere Arme, wovon sich jeder einen Weg durch den Sand bahnt. Dieses unaufhörliche Steigen des Bettes der Flüsse ist an sehr vielen Orten im hohen Grade sichtbar; aber nirgends merklicher als am Po, dessen Dämme man allmählig immer höher machen mußte und noch jetzt erhöhen muß, um seiner Ergießung in die Ebenen der Lombardei vorzubeugen; auch ist das Bett dieses Flusses jetzt weit höher geworden, als

die Häuser, die man vormals an seinen Ufern aufgebaut hatte.

Auf diese Weise haben die Flüsse die platten Länder, durch welche sie fließen, manchmal sehr tief und in sehr beträchtlicher Ausdehnung mit Sand bedeckt. Bei bedeutendem Steigen des Wassers wird der Sand oft aufs Neue angegriffen und von einer Stelle zur andern geschwemmt und bildet hin und wieder mehr oder weniger große Massen, die entweder mitten im Flusse zu Inseln werden, oder an dem einen Ufer Anschwemmungen bilden, während das andere Ufer sich allmählig tiefer gräbt. Diese Ablagerungen sind besonders an den Einmündungen der Flüsse in die See'n oder Meere sehr merkwürdig. Hier bilden sich nämlich, wenn die Strömung nicht schnell genug ist, um die Trümmer ungeachtet des Widerstandes, welchen die ruhigen Gewässer entgegensetzen, weiter zu führen, oder wenn die Wogen nicht stark genug sind, um den sich absetzenden Schlamm und Sand hinwegzuschaffen, mehr oder weniger ausgedehnte Anschwemmungen, die man bei den Einmündungen gewisser Flüsse in das Meer Delta nennt: solche Delta's hat der Rhein, die Rhone, der Nil, der Mississippi und besonders der Ganges am Meerbusen von Bengalen, wo die Anschwemmungen außerordentlich stark sind. Diese Delta's werden täglich größer und erleiden manchmal merkwürdige Umbildungen sowohl in ihrer Form, als in ihrem Umfang.

Die Meere selbst, die an so vielen Punkten in unsere Continente einbrechen, häufen an andern eine enorme Masse von Geschieben an, welche von dem Aneinanderstoßen der von den steilen Küsten herabgefallenen Felsen herrühren, oder auch Sand- und Schlammmassen, erzeugt durch die Wogen, oder herbeigeführt durch die Flüsse. Dadurch entstehen an den Küsten mehr oder weniger ausgedehnte Bänke und flache Ufer. Die feineren Theile werden durch

die Winde vorwärts gestoßen, rücken allmählig gegen das Innere des Landes vor und bilden die schon §. 53 erwähnten Dünen. Es gibt sehr viele Oerter, wo alltäglich Anhäufungen jeder Art Statt finden, und viele an der Küste gelegene Punkte sind durch die Ablagerungen des Meeres erst seit bekannten Zeiten bedeckt worden: manchmal sind bei einem einzigen Einbruch des Meeres entweder bei einer außerordentlich großen Fluth, oder bei Stürmen, oder jenen plötzlichen Versetzungen der Gewässer, die während der Erdbeben Statt fanden, ganze Gegenden mit Sand bedeckt und fruchtbare Länder in unfruchtbare Ebenen umgewandelt worden. Die tief gelegenen Küsten, die den Anschwemmungen ausgesetzt sind, nehmen unausgesetzt auf Kosten der Gewässer zu und es ist in gewissen Punkten diese Zunahme, vielleicht mit ein wenig Uebertreibung, auf mehrere Meter per Jahr geschätzt worden. Daraus entstehen nun flache Buchten, und sind Häfen dadurch ausgefüllt worden; Bauten, Städte u. s. w., die ehedem an den Ufern des Meeres lagen, liegen jetzt weit davon entfernt; Lagunen sind in Sümpfe umgewandelt worden, Sümpfe dagegen in trockenen, festen Boden, und Inseln werden mit den Continenten durch Versandungen, die sich um sie herum gebildet haben, vereinigt. Das Meer trägt durch das, was es herbeiführt, häufig auch zur Vergrößerung der Delta's bei, indem es an diese Punkte Alles trägt, was die Flüsse in ihrem Steigungsmomente weit hinausgeführt haben.

Die Ströme und Flüsse tragen nicht allein die dem Boden entrissenen Steintrümmer fort und häufen sie an, sondern auch noch organische Trümmerstücke und besonders eine ungeheure Masse von Vegetabilien, welche die Waldströme und Einstürze mit sich fortgerissen haben. So bilden sich auch da und dort bedeutende Anhäufungen dieser Stoffe, besonders in den großen Flüssen, welche Gegenden durchströmen, wo

die Menschenhand noch nicht die unermeßlichen Wälder gelichtet hat, wovon die Gebirge bedeckt sind. Man führt besonders große Ablagerungen dieser Trümmer im Flusse Mississippi, vielleicht dem längsten Flusse der Erde, an, dessen Zuflüsse die bedeutendsten sind; sie bilden daselbst unermeßliche Flöße von Baumstämmen, die da und dort in den Versandungen stecken geblieben sind, und welche endlich in den enormen täglichen Anschwemmungen ganz vergraben werden. Die Vegetabilienmasse, welche dieser Fluß herbeiführt und täglich ins Meer treibt, ist so groß, daß man die Masse, die sich hier in einer Stunde aufhäuft, auf mehrere tausend Kubikmeter geschätzt hat.

Die Meeresströme, die sich mitten im Meere gebildet haben, führen häufig auch ungeheure Massen verschiedener Vegetabilien, Seepflanzen und organischer Trümmer jeder Art und von jedem Himmelsstrich herbei, die sich da und dort in den Buchten abgesetzt finden, welchen diese Meeresströme auf ihrem Wege begegnen; dies sieht man besonders bei dem großen atlantischen Meeresstrom, dem stärksten und bedeutendsten von allen, der sich den amerikanischen Küsten entlang bis zu den Eisregionen des Nordens hinzieht, wo die Polarströme die Trümmer dieser Gegenden mit denen der übrigen Welttheile vereinigen.

Wenn man so viele durch das Wasser herbeigeführte Trümmer sieht, so könnte man nicht daran zweifeln, daß die Seen, welche Flüsse aufnehmen, sich allmählig mit allen Trümmern, die täglich dahin geführt werden, anfüllen; man sieht dies ganz deutlich bei einigen von ihnen, wo sich auf diese Weise Sümpfe und bedeutende Anschwemmungen bilden. Und eben so muß es auch auf dem Grunde des Meeres sein, wohin sich endlich alle Gewässer ergießen; man begreift auch in der That leicht, daß hier täglich beträchtliche Ablagerungen sämmtlicher Stoffe Statt finden, die dahin geführt werden; ferner Ablagerungen von

solchen Stoffen, welche die Wogen selbst den Festländern entreißen und endlich Ablagerungen von allen Ueberresten der zahlreichen Thiere, welche in diesen weiten Abgründen verbreitet sind.

§. 63. **Absetzung der aufgelösten Stoffe.** — Wenn einerseits die Gewässer verschiedene Substanzen beschädigen und mit sich fortführen, so lösen sie anderseits auch einige davon auf (§. 55) und setzen sie später durch Verdampfung unter der Form fester, manchmal sogar mehr oder weniger krystallinischer, Bodensätze ab. So verdankt man z. B. der Durchsickerung solcher Gewässer die Stalaktiten jeder Art, die sich in den verschiedenen unterirdischen Höhlen bilden und deren Masse besonders in den Höhlen der Kalkländer beträchtlich ist (siehe Mineralogie). Auch sind gewisse Wasser an aufgelösten Stoffen reich genug, um sehr ausgedehnte Ablagerungen auf der Oberfläche der Erde bilden zu können. Dies sind besonders diejenigen, welche mit Hülfe der Kohlensäure eine große Menge kohlensauren Kalk aufgelöst enthalten, und welche, von reichen und zahlreichen Quellen kommend, Flüssen und sogar auch Seen die Entstehung geben, auf deren Boden sich täglich die sogenannten Kalktuffe bilden, wovon sehr bedeutende Ablagerungen vorhanden sind. Solche Wasser findet man fast überall, und wofern man bei Durchwanderung einer Kalkgegend nur im mindesten Willens ist, das aufzusuchen, was die Gegend der Beobachtung entgegenbietet, so ist's unmöglich, daß man nicht die Wirkungen davon bemerke. An dem einen Orte bekrusten diese Wasser, indem sie sich über ein plattes Terrain oder über den Abhang eines Thales ausbreiten, die Pflanzen, die nach und nach darauf wachsen, und aus diesen agglomerirten und übereinander liegenden Inkrustationen gehen mehr oder weniger große Felsen hervor, deren Masse durch neues Wasser, welches in den leeren Räumen derselben cirkulirt und alle Theile derselben

vereinigt, fest wird. An einem andern Orte setzen diese Gewässer, indem sie über den Abhang eines der Pflanzen beraubten Bodens fließen, dünne und übereinander liegende Schichten ab, die den wellenförmigen Unebenheiten des Bodens folgen, und deren Gesammtheit mehr oder weniger dicke, compacte Massen bildet, die von Tag zu Tag wachsen. Wiederum, an einem andern Orte, sieht man nicht selten Trümmer, die am Fuße der Berge oder der Abhänge liegen, durch die Substanz, die das Wasser zwischen ihren Theilen absetzt, mehr oder weniger fest cementirt. Wenn die Gewässer in Sümpfe sich begeben, so inkrustiren sie auch da sämmtliche Pflanzen, und häufig bedecken sie alsdann die ganze Oberfläche mit einer Kruste, auf welcher sich manchmal schöne Auen entwickeln; sind aber diese oberflächlichen Schichten nicht fest und durch die unteren Inkrustationen schlecht unterstützt, so bieten sie Jedem, der über sie hinwegschreiten wollte, durch die Sumpflöcher, die sich plötzlich unter dem Fuße aufthun, eine sehr große Gefahr dar; besonders werden darin häufig die durch das Grüne herbeigelockten Thiere gefangen. Erst allmählig gewinnt die Basis der Ablagerung durch Gewässer von derselben Beschaffenheit, die sich nach und nach unter diesen hohlen Räumen verlieren, eine größere Festigkeit, und erst alsdann kann man dieselbe mit einiger Sicherheit passiren, aber nicht ohne auf Spuren von Unfällen zu stoßen, die sich darauf ereigneten. In Seen, wo sich solche Gewässer ansammeln, bilden sich horizontale Schichten, von mehr oder weniger festen Kalksubstanzen, die oft mit Flußmuscheln und sogar mit Landmuscheln angefüllt sind, welche die Flüsse alltäglich dahin führen.

Wenn sich auch heute noch sehr viele Ablagerungen von Kalktuffen bilden, wie z. B. die von Vichy (Allier), von Saint-Allyre bei Clermont (Puy-de-dôme), wo sie eine Brücke über den kleinen Fluß Aretiez bildeten,

sodann an ziemlich vielen Orten in Burgund, in Quercy, auf den Cevennen 2c. Es gibt sehr viele Punkte, wo es gewiß zu sein scheint, daß die Quellen bei weitem nicht mehr ihr altes Volumen haben, und noch mehrere gibt es, wo sie schon seit undenklichen Zeiten ganz vertrocknet sind; allein sogar noch bei diesen letzteren erkennt man leicht den Ursprung der Ablagerungen durch ihre Lage außen an den ununterbrochenen Reihen von Formationen, von denen wir in der Folge sprechen werden, und durch die Gegenwart, die Anordnung und die Beschaffenheit der organischen Ueberreste, die man darin findet.

Auch wird täglich durch mehr oder weniger kohlensauren Kalk haltiges Wasser der durch die Wellen, entweder in den Süßwasserseen oder in den Meeren, ausgeworfene Sand fest gemacht. In dieser Beziehung führt man den Sand des Oberersee's in Nordamerika an, sodann den Sand, der sich im Meerbusen von Messina, an mehreren Punkten der englischen Küsten, auf den Antillen und hauptsächlich auf Guadeloupe, Neuholland, wo Perron diese kalkführende Wasser als ungeheure Wirkungen erzeugend schildert, und endlich in den meisten Inseln des Südmeers, sich aufhäuft. Diese sandige Substanzen werden oft so fest, daß sie zu Bauten verwendet werden können, und werden auch täglich zu diesem Zwecke an den Ufern des Meeres gebrochen.

**Ablagerungen von Kieselerdestoffen.** — Eine ziemlich große Anzahl Mineralwasser, besonders die warmen, enthalten neben dem kohlensauren Kalk eine gewisse Menge Kieselerde; daher gibt es auch mehrere Kalktuffe, die mehr oder weniger kieselsauer sind. Aber unter diesen Quellen gibt es auch solche, die so reich an Kieselerde sind, daß sie bedeutende Ablagerungen von Kieselsinter bilden, der entweder beinahe rein oder mit verschiedenen andern Stoffen gemengt ist. Wir haben bereits der Tuffe der Geyser in Island

erwähnt (s. Mineralogie), deren 3 bis 4 Meter mächtige Ablagerungen sich zuweilen 1/4 Meile weit um die Quelle herum sich ausdehnen. Mehr oder weniger den vorigen analoge Gebilde, die gleichfalls von warmen Quellen herrühren und oft mit fremartigen Substanzen gemischt sind, findet man im Felsengebirge der vereinigten Staaten, sodann in Indien und auf der Insel St. Michael, wo sie sich in kleinen abwechselnden Schichten in den thonigen Substanzen finden, welche die nämlichen Gewässer aus dem Innern der Erde in Menge zu Tage fördern. In allen finden sich organische, besonders vegetabilische Ueberreste, wovon einige in Kieselerdezustand übergingen, während andere verschwunden sind und nur ihre Eindrücke zurückgelassen haben.

§. 64. **Struktur der Flötzablagerungen. Wirkungen des Falls.** — Wenn man die Ablagerungen von Trümmern, die sich am Fuße der Berge durch die tägliche Zerstörung der Felsen bilden, näher untersucht, so findet man, daß ihre Abhänge eine sehr veränderliche Neigung haben, wovon die stärksten niemals 45° erreichen, und die schwächsten nicht wohl unter 20° herabsteigen; die Variationen zwischen diesen Gränzen stehen eher mit der Größe, der Form der Bruchstücke und den Umständen des Falls in Verbindung, als mit der Natur der Substanzen. Daraus geht nun, wenn bei verschiedenen auf einander folgenden Einstürzungen sich Veränderungen in der Form der Fragmente mit der Veränderung der bei ihrem Falle obwaltenden Umstände verbinden, eine Anhäufung von Ablagerungen hervor, deren Abhänge nach und nach schwächer werden, und welche in den durch das Wasser gegrabenen Schluchten nahezu die Anordnung a, b, c, d, e (Fig. 47) zeigen, wo jeder Zuwachs am Fuße dicker ist, als am obern Theile. Das Nämliche könnte offenbar auch in den stagnirenden Wassern, die jeder Bewegung entbehren,

Statt finden; woraus dann folgt, daß beim Herabfallen eines Flusses in einen See mit steilen Uferwänden sich beträchtliche Böschungen mit einer sehr starken Neigung bilden könnten, und daß durch verschiedene Zuwachse, die allmählig Substanzen von verschiedener Größe und Form herbeiführen würden, sich auch Ablagerungen bilden könnten, die den vorhin erwähnten analog wären.

Fig. 47. Abdachung bei einem Einsturz.

**Wirkungen des Mitfortreißens.** — Wenn sich an einigen Stellen, selbst unter dem Wasser, Schichten mit einer Neigung zwischen 20° und 45° absetzen können, so darf man daraus noch keine Ablagerungen auf großen Flächenräumen folgern, wo die ungehindert frei sich verbreitenden fließenden Gewässer die von allen Seiten abgerissenen Trümmer vorwärts stoßen können. Hier ist die Neigung der Abhänge oder Abdachungen weit weiniger stark; niemals erreichen sie das Minimum von einem durch Einsturz hervorgerufenen Abhang und erreichen 10 oder 12 Grade nur in außerordentlichen Fällen, bei sehr schnell dahin schießenden Gebirgsströmen oder vielmehr bei eigentlichen Wasserfällen, und zwar an der Stelle, wo sie sich in ein Querthal hinabstürzen. Selbst das Bett der schnellsten Flüsse ist unendlich weniger geneigt (§. 57), und die auf einander

folgenden Ablagerungen geschehen bei den meisten beinahe horizontal. Der Kies und Sand, den die Wellen an die Küsten hinspülen, setzen sich gleichfalls bei sehr kleinen Neigungswinkeln ab, und Abhänge von 10 Graden sind sogar in solchen Lokalitäten Ausnahmen, die den stärksten Wellenschlägen ausgesetzt sind; gewöhnlich sind sie weit darunter, und so zu sagen horizontal.

Während durch Wasserströme und durch das Steigen der Flüsse, wobei der Boden starke Angriffe erleidet, verschiedene Substanzen mit fortgerissen werden, bildet sich oft etwas Aehnliches, wie die durch die Seewinde auf den Dünen erzeugten Wirkungen (§. 53). Es bilden sich nämlich quer über den Strom Runzeln; verschiedene Stoffe, die über diese anfänglichen Erhabenheiten hinausgestoßen werden, häufen sich dahinter an, wobei sie auf einander folgende Abhänge bilden, welche der Ablagerung die in Fig. 48 dargestellte Struktur geben. Wenn im

Fig. 48.

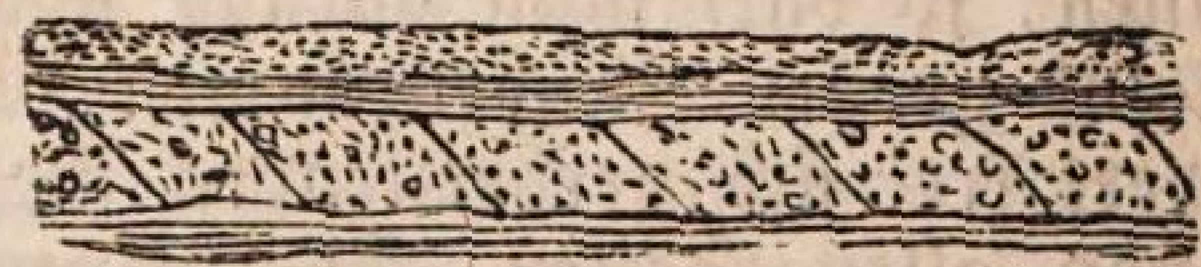

Fig. 49.

Fluß eine Aenderung eintritt, so findet sich bald die wellenförmige Oberfläche der ersten Ablagerung gleichgemacht, und bilden sich darüber ruhige Ablagerungen (Fig. 49), von der sich die vorhergehende durch die eigenthümliche Struktur, die sie den bei der Bildung obwaltenden Umständen verdankt, unterscheidet. Diese aus dem Wechsel ruhiger und schneller Ablagerungen hervorgehenden Wirkungen sieht man sehr deutlich an den unsere Flüsse begränzenden Anschwem-

mungen und besonders an den Delta's, welche ihren Lauf bestimmen, wenn das Wasser irgend eine Rinne darein gegraben hat. Man findet alsdann, daß die abgesetzte Masse aus deutlich horizontalen Schichten mit einer mehr oder weniger wellenförmigen Oberfläche (Fig. 50) besteht, die sich von einander unter-

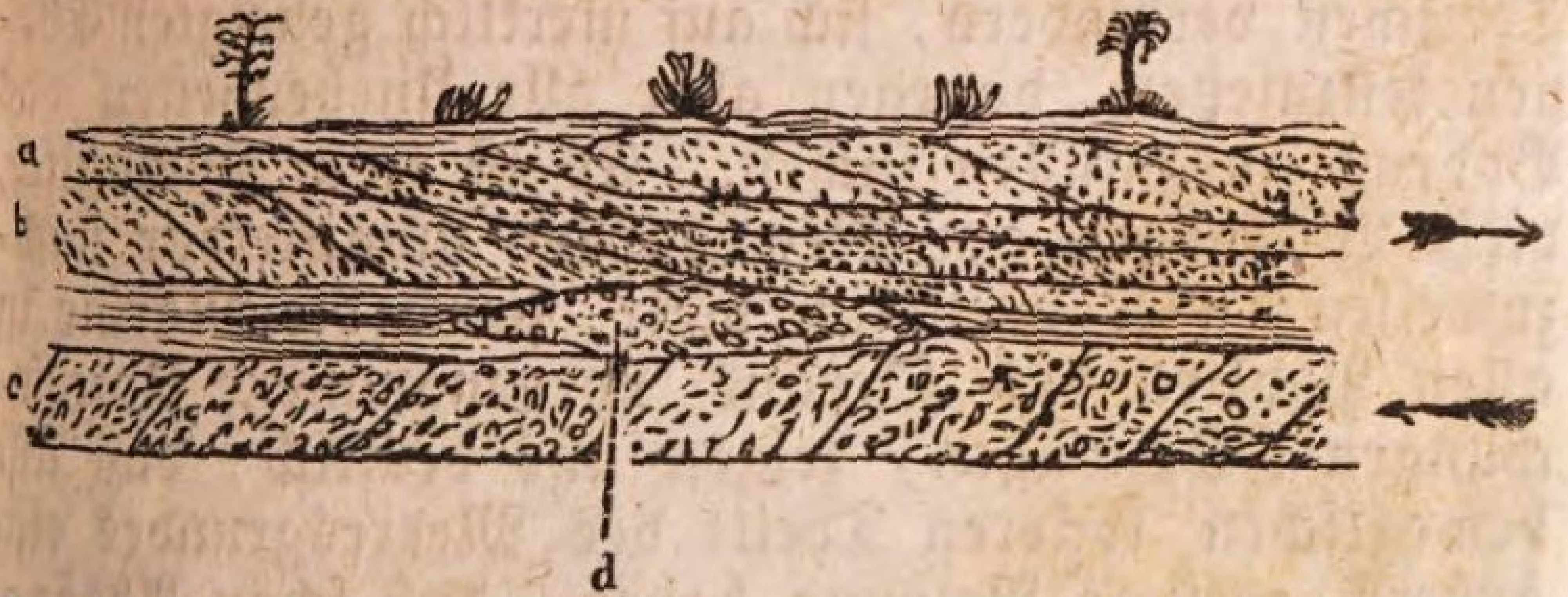


Fig. 50. Eine bei den Flußanschwemmungen beobachtete Struktur.

scheiden durch die Dicke der zusammensetzenden Theile, durch die Farbe, durch die verschiedenartige Struktur, welche von den schnellen Aufhäufungen, entweder dadurch erzeugt worden ist, daß diese die Substanzen in der Richtung der gewöhnlichen Strömung, wie z. B. bei den Ablagerungen a und b, oder in umgekehrter Richtung, wie in der Ablagerung c, welche die in dem einen oder andern Augenblick gebildeten Gegenströme anzeigt, vorwärts schoben. Oft bilden sich da und dort besondere Anhäufungen, d, die gewöhnlich aus gröberem Kies oder aus verschiedenen organischen Ueberresten bestehen.

Bemerken wir jetzt noch, daß hinter den verschiedenen Hindernissen, die sich einem Wasserstrome entgegensetzen können, oft längliche Trümmerhaufen zwischen den beiden, in der Flüssigkeitsmasse gebildeten Seitenästen, die sich bis zu ihrer Vereinigung fortsetzen, entstehen; dies sieht man z. B. häufig hinter den Brückenpfeilern.

**Wirkungen der schwingenden Bewegungen.** — Die großen Wassermassen, z. B. die Meere,

welche Wellenbewegungen unterworfen sind, zeigen uns noch eine andere Art von Thatsachen. Es setzen sich nicht nur die darin enthaltenen Stoffe in horizontalen Schichten ab, wie es eine schwerere Flüssigkeit thun würde, sondern es ist auch dies der Fall, daß selbst die schwächsten Bewegungen jedes materielle Theilchen verhindern, sich auf merklich geneigten Ebenen festzusetzen, dagegen aber alle Unebenheiten des Bodens auszufüllen suchen. Es ist zwar unmöglich, diese Wirkungen am Meeresgrund unmittelbar nachzuweisen; aber unendlich viele, durch die Marine in allen Punkten des Oceans vorgenommene Untersuchungen (Sondagen) zeigen uns deutlich, daß alle beweglichen lockeren Theile des Meeresgrundes eine äußerst geringe Neigung haben, daß schon Abhänge von halben Graden selten, und stärkere Abhänge durchaus nur Ausnahmen sind: daraus folgt nun, daß die Schichten, welche sich in diesen großen Wasseransammlungen durch die allmähligen Ablagerungen gebildet haben, ganz horizontal sein müssen. Wir sehen übrigens diese Thatsache auf's Deutlichste in gewissen, entweder ganz oder nur theilweise ausgetrockneten See'n ausgesprochen, wo man wechsellagernde und ganz horizontal liegende Schichten jeder Art antrifft; dies zeigen z. B. der Bakiesee in Schottland, der Oberersee und der Huronsee in Amerika. Wir erkennen dieselbe Thatsache in den gehobenen Meeresgründen, denen man an so vielen verschiedenen Oertern begegnet, und von denen wir einige angegeben haben, als wir von den Küsten Schwedens und Chile's (§. 18, 19), sprachen.

Diese Anordnung der verschiedenen in den Gewässern enthaltenen und schichtenweise auf dem Boden der Flüsse, See'n, Sümpfe aufgehäuften Substanzen nennt man Schichtung; die Ablagerungen selbst werden geschichtet genannt. Dieser Umstand unterscheidet ganz besonders die auf wässe-

rigem Wege entstandenen Ablagerungen von denen, die durch Schmelzung im Feuer gebildet wurden und die man gewöhnlich massig oder unregelmäßig getheilt nennt.

§. 65. **Beschaffenheit der Ablagerungen; organische Ueberreste.** — Die Alluvialschichten sind aus Gerölle, Kies und Sand, und auch aus Schlamm gebildet, der mehr oder weniger den Substanzen, die man Thone nennt, analog ist. Sie werden eben sowohl unter ihrem eigenen Gewichte, als auch durch die Gewässer, die kohlensauren Kalk oder verschiedene Stoffe enthalten, von denen sie durchdrungen werden können, mehr oder weniger fest. In den See'n sieht man Kalk- und Thonmergel, die besonders die Eigenschaft besitzen, an der Luft zu verhärten, wie man es z. B. in einigen halbvertrockneten schottischen See'n, in den Steinen der neuern Bildung, die man aus einigen ungarischen Sümpfen bricht, ferner an denen vom Oberer- und Huronsee, in den nordamerikanischen Freistaaten, beobachtet. Ohne Zweifel bilden sich solche Steine auch in den Meeren, weil ihre Gewässer oft kalkhaltig genug sind, um dem an die Küsten geschwemmten Sand eine feste Consistenz zu geben; auch kann in dieser Hinsicht die Beschaffenheit der in so vielen verschiedenen Punkten gehobenen Ablagerungen keine Ungewißheit mehr übrig lassen.

Diese Ablagerungen sind häufig mit Ueberresten von allen organischen Wesen, die gegenwärtig auf der Erdoberfläche leben, erfüllt. In den Anschwemmungen der Flüsse findet man die Ueberreste von Flußmuscheln, die noch an den gleichen Oertern leben (Fig. 51 — 53), oder Landmuscheln, z. B. unsere verschiedenen Schnecken, welche die Gattung Helix bilden, und welche oft in großer Anzahl durch die Bäche fortgeführt werden; es finden sich darin Baumäste und Stämme, Anhäufungen mehr oder weniger

Fig. 51. **Paludina vivipara.**

Fig. 52. **Planorbis corneus**

Fig. 53. **Lymnaea stagnalis.**

veränderter, manchmal zum Theil bituminöser Vegetabilien, sodann Knochen von Land- und Wasserthieren, manchmal in beträchtlicher Anzahl, seltener Menschenknochen, häufig aber Ueberbleibsel von Gegenständen der Industrie, z. B. Bruchstücke von Schiffen und Töpferwaaren u. s. w. Dies war Alles leicht vorauszusehen, und um Alles, was unter dem Wasser vergraben sein kann, zu begreifen, braucht man nur Zeuge von den Wirkungen irgend einer großen Ueberschwemmung gewesen zu sein.

Die Anschwemmungen durch das Meer zeigen durchaus analoge Umstände; nur schließen sie Meeresüberreste jeder Art, bald bloß für sich bestehend, bald gemischt mit den von den Flüssen herbeigeführten Fluß- und Landüberresten ein. Die Ueberbleibsel menschlicher Industrie, Anker, Kähne u. s. w., finden sich häufig darin, und der Mensch selbst hat seine eigenen Ueberreste darin zurückgelassen, und zwar nicht allein in den durch die Sandküsten verschlungenen Friedhöfen der Dörfer, wovon uns die Küste von Cornwallis Beispiele liefert, sondern auch noch unter den vom Meere ausgeworfenen Trümmern, z. B. zu Guadeloupe, wo sich seine Gebeine in einem durch Kalktuffe festgewordenen Sand und mit Ueberbleibseln

der Industrie gemischt finden. In den Delta's, die sich theilweise durch die Süßwasser, theilweise durch das Meer bilden, bemerkt man abwechselnde Schichten, wovon die einen mit Meeresüberresten, die andern mit Süßwasserüberresten erfüllt sind; aber in andern Umständen findet man alle diese Reste undeutlich unter einander gemengt.

Die Ablagerungen von Thon, Mergel oder Kalk in den Seen schließen mehr oder weniger zahlreiche Flußmuscheln ein, die denjenigen ähnlich sind, welche noch heute an den gleichen Oertern leben, sodann Landmuscheln, die vom Rande der Ufer weggespült oder durch Bäche fortgeführt wurden, Fische, und in einigen Fällen auch Ueberreste von Säugethieren; verschiedene Pflanzen haben darin ihre Eindrücke zurückgelassen oder sind sie darin zu Petrefakten von kohlensaurem Kalk und selbst von Kieselerde geworden. Dies beobachtet man überall, wo sich Lager von Kalktuff bilden, und hat man in dem Bakie- und Kinnordysee in Schottland, im Oberer- und Huronsee in den nordamerikanischen Freistaaten bemerkt, wo die Ablagerungen sehr ausgedehnt zu sein scheinen.

Daß die Ablagerungen, die sich im Meere bilden können, gleichfalls die Ueberreste der zahlreichen Thiere, die tagtäglich darin untergehen, und wovon die festen Ueberbleibsel nicht wo anders hin geschwemmt werden können, einschließen, ist nicht zu bezweifeln. Die Sondagen liefern uns davon einen allgemein bekannten Beweis und zeigen uns, daß der Boden des Meeres oft aus zerbrochenen oder ganzen Muscheln, aus Fragmenten von Madreporen, Seeigeln ꝛc. bestehen, die bald mit Sand vermischt, bald für sich allein, bedeutende Bänke zusammensetzen. Auch weiß man, daß da und dort auf dem Meeresgrund große Anhäufungen von Vegetabilien existiren, die auf dem Wege der Zerlegung sind; dies gilt besonders von den nördlichen Meeren, wo die Capitäne der Wallfischfänger sie

häufig um die Faröerinseln, Island, Spitzbergen ꝛc. herum angetroffen haben. Solche Anhäufungen mußten sich auch in der That hier bilden, weil die Meeresströme die dem Meeresboden entrissenen vegetabilischen Ueberreste, sowie die durch die Flüsse herbeigetragenen weiter führen. Auch kann man nicht daran zweifeln, daß diese unterseeischen Schichten zahlreiche Skelete von Fischen und Cetaceen, die darin ihr Leben beschließen, enthalten, und man führt auch wirklich Sondagen an, bei welchen man solche Ueberreste in einem mehr oder weniger festgewordenen Sand, welcher die Untiefen bildet, gefunden hat. Da übrigens die Flüsse beständig Ueberreste von Landsäugethieren mit fortführen, so müssen die Gebeine derselben irgendwo abgesetzt werden; es gibt sogar Süßwasserfische, deren Ueberreste in den Ablagerungen des Meeres enthalten sein können, weil man weiß, daß bei großen Ueberschwemmungen die Flußfische der Gewalt des Stromes nicht zu widerstehen vermögen und so in das Meer geführt werden. Man hat Beispiele von Flüssen, die nach solchen Katastrophen ganz entvölkert von Fischen waren.

§. 66. **Korallen- oder Madreporenriffe.** — So nennt man ausgedehnte Bildungen von zusammengehäuften, steinigen Polypenstöcken, die in den Tropenmeeren eine große Anzahl Inseln von gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel und unterseeische Bänke, deren Masse sich mehr und mehr erhebt, bilden. Es sind noch keine zwanzig Jahre, daß man bei den kleinen Thierchen, welche diese Ablagerungen durch Ausschwitzen eines kalkigen Saftes bilden, annahm, als könnten sie in den größten Tiefen des Oceans leben; man glaubte, daß sie hier ihre Wohnung zu bauen anfangen und daß sie deren Masse allmählig bis zu großen Bergen vermehren, deren Spitzen sowohl die gegenwärtigen Riffe bildeten, als sie den meisten großen Inseln dieser nämlichen Meeresgebiete die Entstehung

gegeben hätten. Diese mikroskopisch kleine Wesen, sagte man, suchen auf diese Weise den unermeßlichen Raum der Meere auszufüllen und bereiten ungeheure Veränderungen auf der Erdoberfläche vor. Aber diese Uebertreibung ist vor den Beobachtungen der Herren Quoi und Gaimard verschwunden, die bewiesen haben, daß die am meisten zur Bildung der Korallenriffe beitragenden Arten, z. B. die Caryophyllia *Lam.* (Fig. 54), die Meandrina (Fig. 55) und besonders die Astrea *Lam.* (Fig. 56), die zuweilen unermeßliche Räume bedeckt, sodann die verschiedenen Madreporen (Fig. 57), nur in geringen Tiefen leben können, und daß unter 8 oder 10 Meter Tiefe sich keine Spuren mehr davon finden. Diese Thierchen lassen sich also zuerst auf schon vorhandenen, sehr hohen Felsen nieder, deren Abhänge, wie die Untersuchungen zeigen, oft sehr steil absteigen; von da aus können sie ihre festen Produkte bis zum Niveau des Meeres übereinander häufen, wo alsdann ihre letzten Generationen erlöschen.

Fig. 54. Caryophyllia fastigiata.

Fig. 55. Meandrina labyrinthica.

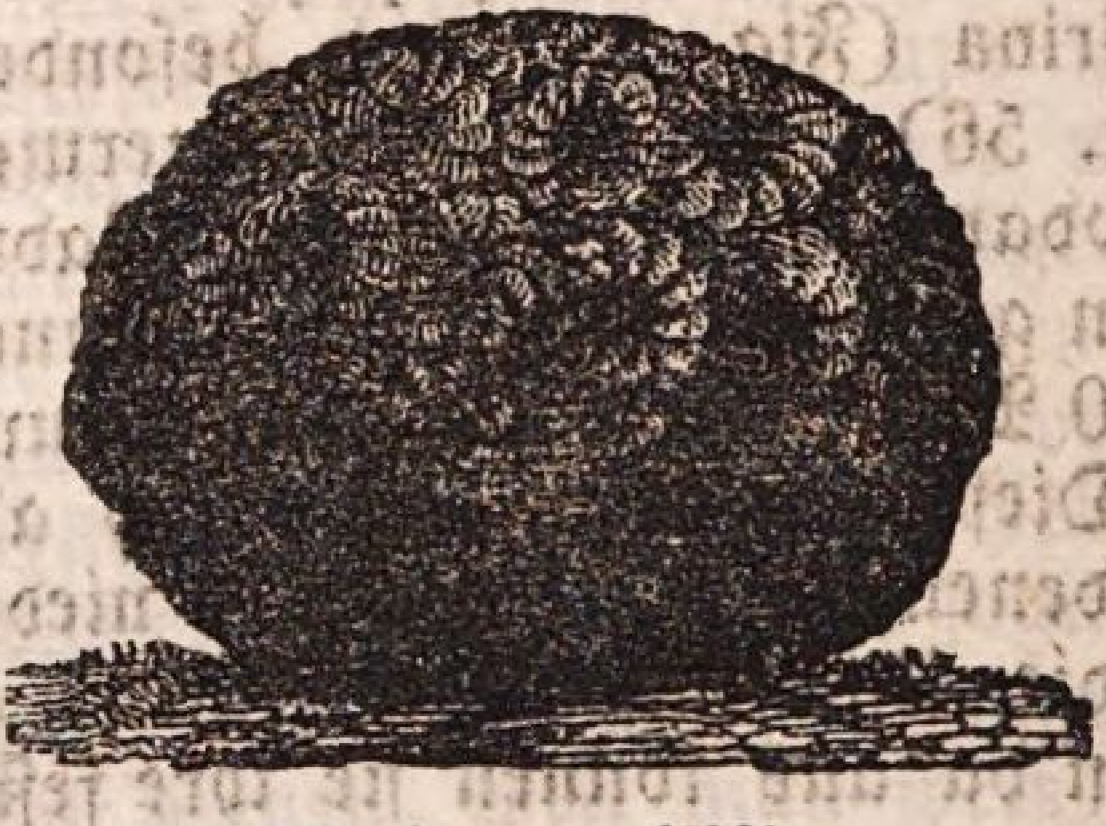

Fig. 56. Astrea viridis.

Fig. 57. Madrepora muricata.

In dieser Höhe angelangt, können sie den Ocean nicht weiter erfüllen; aber die Krusten, die sie bilden, sind jedoch nicht weniger wichtig, weil sie manchmal eine Tiefe von 8 bis 10 Meter haben, sich auf unermeßliche Räume ausdehnen und sich an unendlich vielen Stellen sämmtlicher Tropenmeere wiederholen. Sie krönen die meisten unterseeischen Berge und bedecken tausende von Quadratmeilen, die auf eben so viele Inseln und Inselchen vertheilt sind.

Diese Korallenriffe bauenden, auf jeder Felsart festsitzenden Polypen umgeben mit ihren Produkten die meisten großen Inseln, die wir kennen, indem sie davor Wälle bilden, die davon oft durch tiefe Wasser getrennt sind. Wo anders bilden sie abgesonderte oder auf verschiedene Weise gruppirte Inselchen und in allen Fällen um so gefährlichere Klippen, als man sie erst dann bemerkt, wenn man sich schon darauf gestrandet sieht, und als die Tiefe des Wassers keinen

Ankerplatz darbietet, um sich davor zu schützen. Ihre Ablagerungen sind es, welche in gewissen Bezirken des Südmeeres die Schifffahrt so erschweren und der Marine so viele beklagenswerthe Verluste verursachen. Unter den verschiedenen Formen, welche diese Ablagerungen auf der Oberfläche der Meere angenommen haben, gibt es einige, die besonders merkwürdig sind und die man vielleicht noch nicht ganz erklärt hat: bald stellen sie völlig ringförmige Riffe dar (Fig. 58), in deren Centrum sich ein von allen Seiten geschlossener

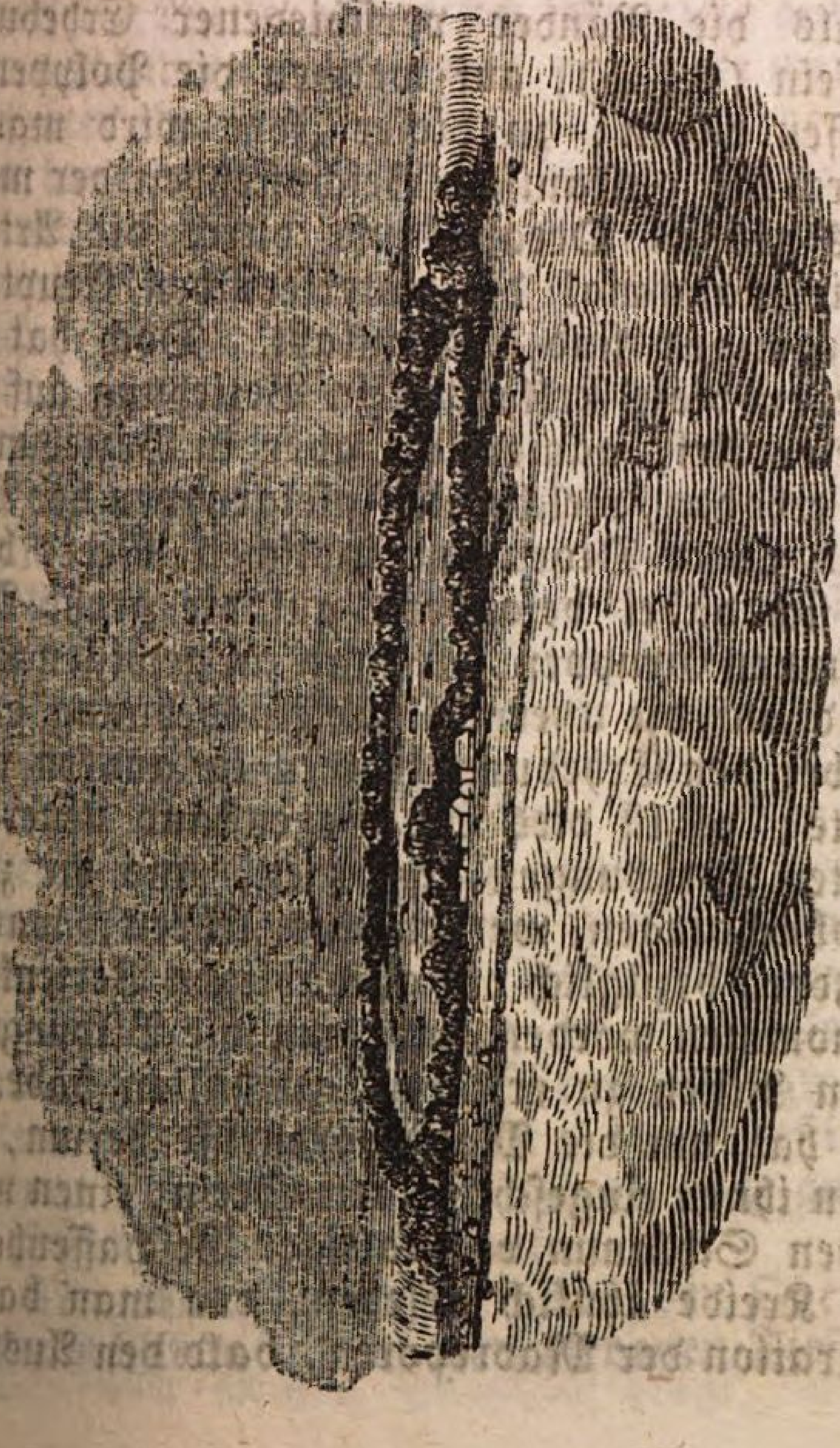

Fig. 58. Eine Madreporeninsel im stillen Ocean.

See befindet; bald bieten sie Ringe dar, die durch eine oder mehrere Oeffnungen durchbrochen sind, durch welche man in das Innere eindringen kann; oder sind es Gruppen von Inseln, die in einem Kreise herum liegen und wovon man oft mehrere unmittelbar hinter einander liegend findet. In diesen innern Meeren ist das Wasser öfters sehr tief; aber zuweilen auch sehr seicht, und dann entwickelt sich daselbst eine unermeßliche Anzahl von Polypenstöcke, welche früher oder später den ganzen Raum ausfüllen müssen. Offenbar scheinen die meisten dieser kreisrunden Riffe nichts Anderes als die Ränder verschiedener Erhebungskrater zu sein (§. 35), auf welchen die Polypen sich niedergelassen haben; zu dieser Idee wird man besonders durch die vulkanische Beschaffenheit der meisten Inseln des großen Oceans und durch die Art und Weise, wie manchmal die unterseeischen Eruptionen vor sich gegangen sind, veranlaßt. Doch hat man Zweifel gegen diese Erklärung in Beziehung auf viele Inseln dieser Art, namentlich aber in Beziehung auf diejenigen erhoben, welche die Inselgruppen der Mala-Diven und Lacca-Diven im indischen Meere bilden. Man hat sich dabei besonders auf die große Anzahl der kreisrunden Gruppen, die man an gewissen Stellen findet, und auf die unermeßliche Ausdehnung gestützt, die man bei den Erhebungskratern in andern annehmen müßte; es ist dies ein Gegenstand neuer, sehr interessanter Forschungen geworden, und die zukünftigen Beobachtungen werden uns lehren, was man von den Ideen bezüglich der allmähligen Versenkungen, die angenommen worden sind, um die Bildung dieser Arten von Riffen zu erklären, zu halten habe.

Man hat um die Madreporenriffe herum, sowie in den von ihnen eingeschlossenen See'n, einen weichen und weißen Schlamm von kalkiger Beschaffenheit und ganz der Kreide ähnlich gesehen, den man bald der Desintegration der Madreporen, bald den Auswürfen

der Würmer, welche die Korallenstöcke durchbohren, oder den Auswürfen von Fischen, die sich davon nähren, zugeschrieben hat. Dieser Schlamm scheint in sehr vielen Punkten der Südmeere ziemlich beträchtliche Ablagerungen zu bilden.

Wenn die Korallenriffe die Oberfläche des Wassers erreicht haben, so bedeckt sie das Meer oft mit Trümmern jeder Art, auf welchen sich nach und nach eine Vegetation entwickelt. Dadurch sind die meisten niedern Inseln des großen Oceans entstanden, die beinahe alle auf Anhäufungen von Polypenstöcken ruhen. Auf dieselbe Weise haben sich sehr viele andere Inseln an ihren Rändern vergrößert; und viele werden früher oder später ebenso an Größe zunehmen, denn heutigen Tages kann man bei niedrigem Wasserstand oft auf den Korallenriffen, welche diese Inseln bis zu einer halben Meile Entfernung von der Küste begränzen, vorrücken. Aber ein sehr wichtiger Umstand ist dies, daß man an vielen Oertern sogar im Innern der Länder und zwar in einer Höhe von 200 bis 300 Meter durchaus ähnliche Ablagerungen findet, die aus den nämlichen Madreporenarten zusammengesetzt sind; dies sieht man z. B. auf Timor, wo die Ablagerungen eine Tiefe von 8 bis 10 Meter haben; ferner auf Neuholland, auf Vandiemensland, auf den Marianen, den Sandwichinseln u. s. w., wo sie auf Thonschiefer, Sandstein, Kalk, vulkanischen Produkten u. s. w., aufruhen; auf Ile de France findet sich eine ähnliche, 4 Meter dicke Bank zwischen zwei Lavaströmen eingelagert. Die Gegenwart dieser Ablagerungen an solchen Stellen zeigt offenbar an, daß alle diese Inseln aus dem Schooße der Meere und zwar oft mit verschiedenen Wiederholungen, emporgestiegen sind, denn man findet darin manchmal auch auf verschiedenen Höhen Madreporenbänke.

§. 67. **Torflager.** — Auf der Oberfläche der Continente bilden sich in verschiedenen Tiefungen des

Bodens, in Thälern mit sanften Abhängen, in einem Worte — in tiefgelegenen und sumpfigen Oertern Ablagerungen von Vegetabilien, deren Zerlegung ein eigenthümliches Brennmaterial — den Torf liefert, dessen ganze Masse Torflager genannt wird. Diese Lager bilden sich jedoch nicht überall ohne Unterschied, und nur unter besondern Umständen. Sie bilden sich weder in fließenden Gewässern, noch in tiefen Seen, noch in den zeitweisen Wasserpfützen, die zu gewissen Zeiten wieder vertrocknen; vielmehr nur an solchen Stellen, wo stagnirendes oder sich langsam erneuerndes Wasser sich beständig und bei einer geringen Tiefe erhalten kann: dieser letzte Umstand hängt ohne Zweifel davon ab, daß der Zutritt des Lichtes nöthig ist!, um die Vegetation hervorzubringen, welcher der Torf seine Hauptentstehung verdankt.

Die Erzeugung des Torfes, zu welcher sämmtliche Wasserpflanzen beitragen, wird jedoch hauptsächlich durch die Ansammlung derjenigen bewirkt, die immer unter Wasser gesetzt sind und sich schnell vermehren, z. B. die Sumpfmoose, Wassermoose u. s. w.; ihre Ueberreste bilden die Hauptmasse, die alle übrigen einhüllt und vielleicht zu ihrer Zerlegung mitwirkt. Es verbinden sich damit auch eine große Anzahl Landpflanzen, die durch die Bäche oder kleine Flüßchen, entweder bei ihrem gewöhnlichen Wasserstand oder bei ihrem Austreten herbeigeführt werden. Häufig findet man darunter auch große Bäume, die mehr oder weniger tief in die Masse vergraben und besonders in dem untern Theile der Lager, wo sie auf Sand und Thon ruhen, die den Grund davon bilden, bemerkt werden. Oft scheinen sie auf der Stelle, wo sie standen, zerbrochen und an ihrer Wurzel, die man noch im Boden der Torflager befestigt findet, abgebrochen worden zu sein. In gewissen Fällen sind diese Ueberreste außerordentlich zahlreich und scheinen ganze Wälder anzuzeigen, die vor der Bildung des

Torfes an der Stelle selbst, wo sie wuchsen, begraben worden sind. Die Pflanzen, die man so findet, beziehen sich alle auf die gegenwärtige Vegetation; es sind harzige Bäume, Eichen, Birken, Eschen, Ulmen ꝛc.: die ersteren haben sich im Allgemeinen am besten erhalten; sie haben namentlich ihre ganze Festigkeit beibehalten und haben sich bloß geschwärzt; dagegen sind die andern gleichsam in Erde umgewandelt worden, die durch Vertrocknung in Staub zerfällt. In den Torflagern finden sich oft auch Ueberreste von Säugethieren, die im Allgemeinen noch der gegenwärtigen Epoche angehören; es sind Ochsenknochen, Hirsch- und Rehgeweihe, Hauzähne von wilden Schweinen u. s. w.

Die Torflager ruhen auf jeder Bodenart, manchmal sogar auf krystallinischen Gesteinen; aber immerhin ist es ein seltener Fall, daß sie nicht auf Sand- und Thonlagen, und manchmal auf Gerölle in ihrer Bildung den Anfang machen. Es gibt solche, wo die aufgehäuften Pflanzenüberreste nur eine einzige, mehr oder weniger dicke Masse bilden, die an ihrem untern Theile fester und schwärzer ist, als in ihrem darauf folgenden Zuwachs; dagegen gibt es auch andere, wo der verbrennliche Stoff verschiedene Schichten darstellt, welche durch mehr oder weniger tiefe, ohne Zweifel durch allmählige Anschwemmungen, welche dieselbe bedeckt haben, gebildeten Ablagerungen von einander getrennt sind. Diese Ablagerungen bestehen aus Sand, Thon, Kalk- und Thonmergel, die oft eine große Menge Süßwassermuscheln, so wie Landmuscheln einschließen, die ohne Zweifel durch die Bäche herbeigeführt worden sind; manchmal glaubt man zwischeneingelagerte Schichten von vegetabilischer Erde zu erkennen. Oft ist die Oberfläche eines Lagers noch vom Wasser bedeckt, aber es ist auch der Fall, daß es mit Erde bedeckt ist, die eine dichte Vegetation von solchen Pflanzen trägt, welche die

Feuchtigkeit lieben und deren Wurzeln gerne im Wasser sind.

Wir haben nun gesehen, daß der Torf sich nur in wenig tiefen Wasseransammlungen bildet; und dennoch gibt es Ablagerungen dieses außerordentlich dichten Brennmaterials, welche besondere Umstände erfordert zu haben scheinen. Diese, den allgemeinsten Beobachtungen entgegengesetzte Thatsache veranlaßt uns zu der Annahme, daß die Lokalitäten, wo man solche Massen findet, allmählig in dem Maße Senkungen erlitten haben, als sich die Substanzen absetzten; dahin führt uns auch die Beobachtung der zwischen eingelagerten Schichten von vegetabilischer Erde, welche einen Wechsel von Vertrocknung und Befeuchtung voraussetzt; endlich führen die heutigen Tages auf dem Boden der Torflager befindlichen Anhäufungen von Bäumen, die in uns den Gedanken an vormalige, auf dem Platze umgestürzte Wälder erwecken, nothwendig die Existenz eines ursprünglich trockenen Bodens nach sich, welcher später einsinken mußte, um das Wasser aufzunehmen und aufzubewahren.

Diese Torflager sind auf der Erdoberfläche reichlich verbreitet und finden sich, indem sie die verschiedenen Tiefungen (Eindrücke) des Bodens einnehmen, auf allen Höhen in mehr oder weniger ausgedehnten Becken. Sie reichen bis zu den Spitzen der Berge hinauf, z. B. in den Alpen, und finden sich ebensowohl auf Hochebenen, z. B. im Centrum von Frankreich, im Limousin und der Auvergne, in den Bergsümpfen der Ardennen, in den Vogesen u. s. w., als in den Tiefebenen, wo sie, wie in Schlesien, Preußen, Hannover, Westphalen, Holland, zuweilen einen unermeßlichen Raum bedecken. Sie folgen oft der Richtung der Thäler, deren Buchten sie, sei es nun auf hohen Bergen, oder in Hoch- und Tiefebenen, ausfüllen. Auf diese Weise finden wir sie in Frankreich in sehr vielen kleinen Punkten, und lie-

gen unsere ausgedehnteren Lager in dem Somme-Thale zwischen Amiens und Abbeville, wo beträchtliche Ausbeutungen gemacht werden können, die für das Land von der größten Wichtigkeit sind.

Wenn sich auch die meisten Torflager durch Flußpflanzen gebildet haben, so gibt es jedoch, wenn auch sehr wenige, Niederlager, die aus Tangen und Seepflanzen bestehen. Solche Lager sieht man unter andern in einigen Buchten der platten und sandigen Küsten des Oceans, namentlich auf denen von Friesland und Jütland; aber diese kleinen Lager sind eher das Resultat des Herschwemmens durch die Wellen, als das Ergebniß einer Bildung, die mit der bereits erwähnten verglichen werden könnte. Manchmal bilden sich auf Gebirgen zugängliche Lager von Moos, Blättern, verschiedenen Ueberresten, die im Grunde feuchter Thäler angehäuft, gleichfalls eine Art Torf geben, der aber so schlecht ist, daß man ihn fast nicht benützen kann.

---

## Bildung und Veränderung der festen Erdrinde.

§. 68. **Gedrängter Auszug aus den vorhergehenden Beobachtungen.** — Nach der Aufzählung und Erörterung der Thatsachen, welche sich in den vorhergehenden Kapiteln finden, betrachten wir die verschiedenen nachstehenden Resultate als allgemeine Grundsätze der Wissenschaft:

### Thatsachen, die sich auf den Erdkörper im Allgemeinen beziehen.

1) Die Masse des Erdkörpers ist ursprünglich flüssig gewesen; denn sonst hätte er nicht am Aequator

aufschwellen, nicht die Form eines Umdrehungssphäroides annehmen, und von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt an Dichtigkeit zunehmen können.

2) Dieser ursprünglich flüssige Zustand ist das Resultat einer Schmelzung durch Feuer, weil die Temperatur von der Oberfläche nach dem Innern der Erde noch zunimmt, und zwar so, daß sie bei 3 Kilometer bereits 100 Grade hätte, und daß zwischen 20 und 40 Kilometer sämmtliche Silikate in völligem Flusse wären.

3) Die festgewordene Erdrinde, die noch heutigen Tages im Vergleich zum Halbmesser der geschmolzenen Masse immer noch sehr dünne ist, mußte in der ersten Zeit der Erkaltung noch unendlich dünner sein; folglich sind die Verrückungen, die verschiedenen Veränderungen des Bodens noch leichter vor sich gegangen, als jetzt.

## Wirkungen der Erdbeben.

4) Bei den Erdbeben bilden sich mehr oder minder ausgedehnte und tiefe Spalten oder Risse; Berge gehen unter, und andere entstehen; See'n fließen durch ihre durchbrochenen Dämme ab, oder verlieren sich in unterirdischen Kanälen, den offenbaren Ergebnissen der im Innern der Erde entstandenen Spalten.

5) Bei diesen augenblicklichen, vorübergehenden Phänomenen finden bedeutende Erhebungen des Bodens, oder auch bedeutende Senkungen Statt; allein sie bilden sich an verschiedenen Oertern auch langsam und fortschreitend auf sehr ausgedehnten Räumen. Die Beobachtung lehrt, daß sie sich gleichfalls in früheren Epochen gebildet haben mußten.

## Resultat der vulkanischen Erscheinungen.

6) Die vulkanischen Erscheinungen bieten uns Erhebungen des Bodens, tiefe Spalten, mehr oder

weniger weite Aushöhlungen mit auswärts geneigten Schichten, welche die sogenannten Erhebungskrater bilden, dar. Es erheben sich aus dem Innern der Erde oder unter dem Wasser kegelförmige Berge, die in ihrem Centrum bald einen Kanal und einen Krater an der Spitze, bald keinen Kanal zeigen, und entweder aus krystallinischen, oder aus porösen und verschlackten Substanzen bestehen; diese Berge stehen manchmal isolirt, manchmal gruppirt, und meistens in der Richtung einer und derselben Spalte.

7) Die Ausbrüche fangen oft mit Auswerfen von staubartigen Stoffen an, deren Ansammlung die vulkanischen Tuffe um die Feuerberge herum bilden; die Laven brechen entweder durch den Krater an der Spitze oder durch seitliche Spalten, zuweilen selbst sehr weit vom Hauptfeuerherde aus.

8) Die Form der Lavaströme ändert sich je nach der Neigung der Abhänge, über die sie strömen, bedeutend ab. Auf einem geneigten Boden werden nur schwache Ströme aufgehalten, die einen schmalen Streifen von der Form einer Rinne oder Gosse bilden, der zu jeder Seite einen erhabenen Rand oder Wulst darbietet, an seinem obern Theile sehr dünn ist, und sich in einer keilförmigen Anschwellung endigt. Die großen Ströme halten nur dann an, wenn sie auf einem horizontalen Boden angelangt sind: sie lassen alsdann auf steil absteigenden Abhängen nur dünne Streifen aus sich anhängenden und verschlackten Fragmenten hinter sich; auf schwachen Abhängen lassen sie verrückte, verschobene, aus großen, über einander geworfenen Stücken gebildeten Ablagerungen zurück. Nur auf einem horizontalen Boden häuft sich die Lava zu mehr oder weniger dicken Flaten oder Decken an, deren Oberfläche alsdann merklich eben ist.

9) Die Beschaffenheit der Laven nach der Erkaltung steht mit der Neigung der Abhänge, über welche sie sich ergossen haben, in Beziehung: auf starken

Abhängen zeigt sich die Substanz verschlackt und in Fragmenten; auf sanften Abhängen ist sie poröse und in breiten Blöcken abgerissen, verrückt u. s. w. Sie ist bloß in der Ebene oder in Tiefgründen zu einer bedeutenden Dicke angehäuft, wird compact, krystallinisch, mehr oder weniger porphyrartig im untern Theile und oft in senkrechten prismatischen Säulen getheilt. Der obere Theil der Ablagerung zeigt dann eine mehr oder weniger dicke poröse Masse.

10) Die durch die vulkanische Wirkung erzeugten Spalten bleiben manchmal in der Höhe offen oder füllen sich daselbst mit Rapilli an; aber in der Tiefe sind sie mit Laven angefüllt, welche Gänge oder Dikes bilden, die manchmal mit mehr oder weniger ausgedehnten Decken, deren Substanz sie geliefert haben, in Verbindung stehen.

11) Die Dämpfe, die bei den vulkanischen Eruptionen aus den Laven, Kratern, Solfataren entweichen, wirken auf alle umgebenden Substanzen mächtig ein, zersetzen sie, verwandeln sie in Staub oder Brei, und bilden, indem sie ihre Elemente trennen, häufig neue Zusammensetzungen.

## Wirkung der äußern Agentien.

12) Die atmosphärische Luft, die Abwechslungen von Trockenheit, Feuchtigkeit und Kälte wirken auf die meisten Mineralien, die sich auf der Oberfläche der Erde befinden, merklich ein. Von ihrer Beschädigung durch diese Agentien gehen oft die schroffen Abhänge der hohen Gebirge, die Schutthaufen, die man an ihrem Fuße unter sehr veränderlichen Winkeln findet, und welche, indem sie sich übereinander herlagern, eine Art geneigter Schichten bilden, die unten am Fuße dicker als oben sind, hervor. Es ist jedoch schwer, einzig und allein diesen Wirkungen die großen Zerstörungen, welche gewisse Felsen an ihrer

Oberfläche und besonders die Granite einiger Gegenden darbieten, zuzuschreiben.

13) Die Gewässer zernagen unter Begünstigung der Kohlensäure, die sie aus der Luft nehmen, allmählig die Kalke, besonders auf hohen Gebirgen; aber noch mächtiger wirken sie dadurch, daß sie gewisse Felsarten erweichen, lockere Theile mit fortnehmen und auf diese Weise die obern Schichten ohne Stütze lassen; dadurch veranlassen sie mehr oder weniger beträchtliche Verrückungen und Einstürze.

14) Die Bewegungen, welche die Gewässer haben können, verbinden mit jener ersten Wirkung eine Stoßkraft, die manchmal ungeheuer ist; daher auch die durch die Wogen an den Meeresküsten erzeugten steilen Felsen oder jähen Abhänge, daher die Verrückungen, Risse und Einschnitte aller der Wuth der Wogen ausgesetzten Inseln.

15) Wenn den fließenden Wassern eine große Geschwindigkeit inwohnt, so reißen sie Alles los, was sich auf ihrem Wege in den Thälern findet, deren Seiten sie zu gleicher Zeit, als sie dieselben allmählig tiefer graben, beschädigen und durchfurchen, werfen es um und reißen es mit sich fort. Diese Wirkungen hängen von der Neigung des Bodens und von der Tiefe des Wassers ab; es beträgt z. B. bei unsern wildesten Waldströmen, welche Felsblöcke von $1/2$ Meter Durchmesser bei einer geringen Tiefe fortzurollen im Stande sind, der Abhang nicht mehr als 2 Grade; bei unsern schnellsten Flüssen ist das Bett sogar nur um 3 bis 4 Minuten geneigt.

16) Wenn die den Felsen entrissenen festen Substanzen vom Wasser hin- und hergeworfen und fortgerollt werden, so runden sie sich durch ihre gegenseitigen Reibungen und Stöße nach und nach ab und bilden das, was man Geschiebe, Gerölle, Kies, Sand und Schlamm nennt. Durch die Wellen an die Ufer geworfen, durch die Bäche und Flüsse bis

zu den unteren Theilen ihres Laufes geführt, häufen sich diese Trümmer in den See'n und Meeren an, und bilden ungeheure Massen, die oft sehr weit von dem Punkte, wo die Trümmer hergeholt worden, entfernt sind.

## Durch die Gewässer gebildete Ablagerungen.

17) Die Ablagerungen an den Ausmündungen der großen Ströme stellen eine Reihe horizontaler, wellenförmiger Schichten dar; aber diese Schichten zeigen oft in ihrer Struktur mehr oder weniger schiefe Unebenheiten, die aus der schnellen Aufschichtung der durch die Gewässer vorwärts geschobenen Substanzen herrühren.

Die Ablagerungen, die sich ruhig in den See'n und Meeren bilden, sind, selbst was die sandigen Stoffe betrifft, immer deutlich horizontale Schichten mit parallelen Oberflächen; dieser Umstand scheint von den wellenförmigen Bewegungen, welche die Oberfläche der in den Untiefen abgesetzten Substanzen immer zu ebnen suchen, herzurühren.

18) Die Wasser, welche Substanzen aufgelöst enthalten, setzen dieselben auf allen Abhängen, die sie durchlaufen, gleichförmig unter allen Neigungen ab; sie machen öfters die sandigen Substanzen, in die sie eindringen, fest und bilden in den See'n, wo sie einmünden, feste, horizontale Schichten durch eine mehr oder weniger verworrene Krystallisation. Das Gleiche findet wahrscheinlich auch in den Meeren Statt.

19) Die Ablagerungen unter den Gewässern schließen immer eine mehr oder weniger beträchtliche Menge organischer Ueberreste ein, wovon die einen in sandigen Substanzen zerstreut liegen, während die andern beinahe für sich allein sehr ausgedehnte Schichten oder Aufhäufungen bilden. Diejenigen Schichten, die sich

in Süßwasser bildeten, enthalten Fluß- und Landüberreste; diejenigen, die sich im Meere bildeten, schließen Meeresüberreste ein. Jedoch findet sich auch häufig ein Gemisch oder ein Wechsel, besonders an den Ausmündungen der Flüsse; und es ist klar, daß dies sogar mitten im Meere eben so sein muß, in Folge des Weitertransportes aller Substanzen, die beständig durch die Flüsse dahin geführt, sodann durch die Strömungen im Ocean weiter vorwärts gestoßen werden. Auf diese Weise können sich die Pflanzen der Tropenländer mit denen der Polen, die Landpflanzen mit den Algen und den Fugusarten, die in unsern Meeren wachsen, vermischt finden.

## Madreporenriffe und Torflager.

20) Die Madreporenriffe, die heutigen Tages nicht über die Tropenmeere hinausgehen, werden auf allen unterseeischen Felsen gebildet, deren Tiefe nicht mehr als 8 bis 10 Meter beträgt; von da an erheben sie sich bis zur Oberfläche des Wassers, und bilden niedere Inseln, die sich oft mit Moos und andern Pflanzen bedecken, oder erheben sich Riffe, die für die Schifffahrt oft sehr gefährlich sind. Aehnliche Bänke zeigen sich in den nämlichen Meeren in einer Höhe von 200 bis 300 Meter, mitten auf gewissen Inseln, die folglich in ziemlich neuen Epochen sich mußten gebildet haben.

21) Die Torflager, die sich in allen Bodeneindrücken bilden, wo wenig tiefes Wasser sich beständig aufhalten kann, finden sich da und dort auf der Oberfläche mehr oder weniger hoher Plateaux, sowie auch auf den Tiefebenen zerstreut und folgen oft der Richtung der Thäler, deren Buchten sie ausfüllen. Diese Lager stellen manchmal verschiedene Brennstoffschichten dar, die durch Thon, Sand und Kalk, welche manchmal Ueberreste von den Wasser- und Land-

Mollusken der Gegend einschließen, von einander getrennt sind.

§. 69. **Anwendung.** — Nachdem die Thatsache von einer innern Erdwärme (Centralwärme), die im Stande ist, in geringer Tiefe unter der Oberfläche, die wir bewohnen, Alles im geschmolzenen Zustand zu erhalten, festgestellt; nachdem ferner die Wirkungen der Erdbeben und der vulkanischen Thätigkeit gezeigt, und nachdem auch diejenigen Wirkungen bestimmt worden sind, welche die Gewässer sowohl in Beschädigung der Continente, als in Bildung neuer Ablagerungen hervorbringen, so ist es natürlich, daß man daraus sämmtliche geologische Phänomene herleitet, die auf der Oberfläche der Erde seit ihrem Dasein vor sich gegangen sind. Man muß in der That glauben, daß die Ursachen, die gegenwärtig vor unsern Augen wirken, auch diejenigen sind, die zu jeder Zeit gewirkt haben, die aber ohne Zweifel in gewissen Epochen, welche wir durch die Beobachtung kennen lernen, eine größere Energie entwickelt haben.

## Folgen der Erdwärme oder Centralwärme.

§. 70. **Vormalige Gleichförmigkeit in der Temperatur.** — Wenn der vollkommen flüssige Zustand der Erde zu der Ellipsoidform, die wir kennen, Veranlassung gab, so mußte die Wärme, die sich lange Zeit erhalten hat, und sich noch unter der erkalteten Haut erhält, eine große Anzahl anderer Erscheinungen hervorrufen, und ruft sie sogar noch heute hervor. Die Erdoberfläche ist ohne Zweifel schon seit langer Zeit zu einem beinahe stationären Zustand von Wärme gelangt, die sich seit den historischen Zeiten nicht veränderte, und welche in einem unermeßlichen Zeitraum bloß um $1/_{30}$ Grad abnehmen kann — der einzige Einfluß, den die Centralwärme (wie Fourier

berechnet hat) heutigen Tages zur Wirkung der Sonne hinzufügen kann. Aber ehe die Erdoberfläche in diesen Zustand eintrat, wozu wahrscheinlich Jahrtausende nöthig waren, mußte sie durch alle Temperaturgrade hindurch gehen, um von dem geschmolzenen Zustand, in welchem die Erdmasse im Centrum sich noch befindet, zu dem gegenwärtigen Grade von Abkältung zu gelangen; es gab daher eine Zeit, wo sie eine eigene Temperatur, die im Stande war, den Unterschied der Klimaten vollständig zu verwischen, oder eine Dunstatmosphäre hatte (§. 72), welche die Ausstrahlung verhinderte und die Kälte des Winters verminderte. Damals konnte die Vegetation und das Leben im Allgemeinen, ohne Unterschied auf allen Breitegraden, wie in einem Treibhaus oder wie unter einem Meeresklima (§. 16), unterhalten werden. Daraus folgt nun, daß die Pflanzen und Thiere, die man in unserer Zeit nur in den Tropenländern findet, damals überall, und selbst an den Polen, die noch nicht durch das Eis versperrt sein konnten, zu leben vermochten. Wir dürften also keineswegs darüber erstaunt sein, wenn wir die Ueberreste dieser verschiedenen Wesen in Gegenden vergraben finden, die jetzt die kältesten der Welt sind, und wo sie in der jetzigen Epoche unmöglich mehr leben könnten. Es folgen davon hier Beispiele:

In England, auf der Insel Portland und auf mehreren Punkten des Festlandes findet man zwischen

Fig. 59. Schlammschichte der Insel Portland.

andern Ablagerungen liegend eine Schichte, die aus einer schwarzen Masse besteht und die Schlammschichte genannt wird, und kleine Thonlagen, in welchen man in Mitte einer großen Anzahl eingestreuter vegetabilischer Ueberreste verschiedene Pflanzen noch an ihrem ursprüglichen Platze (Fig. 59) sammt ihren Wurzeln sieht, die sich bis in die Spalten des darunter liegenden Kalkbodens erstrecken. Es fand sich also vormals hier ein Pflanzenboden, auf welchem alle diese, heutzutage im Schooße der Erde vergrabene Pflanzen gewachsen haben. Aber sämmtliche Arten, die man in dieser Ablagerung findet, gehören solchen Gattungen an (z. B. Cycas und Zamia), die nur unter den Tropen leben; auch nähern sich die in der Nähe befindlichen Thierüberreste den Thieren der nämlichen Zone; folglich war die mittlere Temperatur im Momente dieser Formation in England sehr verschieden von der heutigen Temperatur dieses Landes.

Die meisten Steinkohlenlager Europa's lassen das Gleiche folgern. Auf der einen Seite scheinen die ganzen Bäume, die man darin findet und wovon mehrere noch ganz aufrecht sammt Wurzeln stehen, wie man es im Bergwerk von Treuil bei St. Etienne (Fig. 60), in den Bergwerken von Anzin, in England, Schottland ꝛc. sieht, wie in den Torflagern (§. 67), Pflanzen anzuzeigen, die sich beinahe in den gleichen Oertern finden, wo sie einst gelebt haben. Sieht man auf der andern Seite, wie schön die zärtesten Pflanzentheile erhalten sind, und sieht man die Art und Weise, wie die Blätter sich auf den Schiefern ausgebreitet haben, so scheint es uns als erwiesen, daß alle diese Trümmer nicht von weit her geführt werden konnten. Alle Pflanzen nun, von denen wir die Ueberreste in diesen Ablagerungen finden, gehören den Equisetaceen, den Lycopodiaceen, den hochwüchsigen Farnkräutern ꝛc. an, die nur mit denjenigen verglichen werden können, die wir in unserer Zeit zwischen den

Wendekreisen sehen; daher mußte das Klima von Europa damals sehr verschieden von dem jetzigen sein.

Fig. 60. Senkrechte Stämme im Bergwerk von Treuil.

Wenn wir auch gleich unter unsern Breitegraden in gewissen Schichten die Ueberreste einer tropischen Vegetation erkennen, so finden wir gleichfalls über denselben beträchtliche Ablagerungen, wo man deutlich die Ueberreste von Pflanzen sieht, die zu den Dicotyledonen unserer jetzigen Vegetation gehören. Die Bildung dieser letzteren Ablagerungen mußte wohl lange Zeit nach der Bildung der ersteren vor sich gehen, und es ist wahrscheinlich zwischen den Epochen

die ganze Zeit verflossen, die zur Erkaltung der Oberfläche unseres Planeten nöthig war.

Die Madreporen der gleichnamigen Riffe, die man heute nicht mehr außerhalb der Tropen findet, haben sich offenbar ehemals bis über den Polarkreis hinaus verbreitet; denn die Kalksteine der verschiedenen Stufen zeigen uns dieselben in großer Anzahl und zeigen häufig Riffe an, die wir mit denjenigen vergleichen können, welche sich in unsern Tagen bilden. Alle diese Thatsachen zusammen beweisen uns, daß die Gränzen dieser Zoophytenbänke sich nach und nach seit den ältesten Kalkablagerungen bis zur Ablagerung der Kreide zurückgezogen haben, nach welcher sie sehr schnell zwischen die gegenwärtigen Parallelkreise zurücktraten; d. h. mit andern Worten, daß das europäische Klima allmählig kälter geworden ist.

§. 71. **Erste Wirkung der Erkaltung.** — Die Ideen über die vollständige Schmelzung und Erkaltung, zu deren Zulassung wir durch die Beobachtung der Phänomenen stark veranlaßt werden, lassen uns auch das begreifen, was in den ersten Zeiten des Festwerdens der Erde vor sich gehen mußte. Es ist klar, daß das auf ihrer Oberfläche gebildete erste feste Häutchen, das sich durch Erkaltung mehr oder weniger stark zurückzog, durch die Einwirkung der geschmolzenen Masse, die sie bedeckte, in allen Richtungen zerreißen, als Stücke auf ihrer Oberfläche schwimmen, sich mit mehr oder weniger Unregelmäßigkeit wieder zusammensetzen mußte, um von Neuem zu zerreißen. Als aber die Haut eine größere Festigkeit gewann und mehr und mehr auf den flüssigen Theil drückte, so mußte diese letztere durch die jetzt seltener gewordenen Spalten austreten und über der Erdkruste mehr oder weniger ausgedehnte hervorragende Wülste bilden, die allmählig in dem Maße an Höhe zunahmen, als der Widerstand der Erdrinde größer wurde und als immer stärkere Reactionen eintraten,

daher die ersten Unebenheiten, die ersten Runzeln, die sich auf der Erdoberfläche bildeten und welche der Einwirkung der Gewässer sich hingeben konnten, deren Präcipitation ohne Zweifel lange Zeit vorher, ehe die Temperatur der Erdrinde auf 100 Grade herabgestiegen war, in Folge des Druckes, den die damals in der Luft verbreiteten Dämpfe ausübten, Statt fand. Seit dieser Zeit konnten die Wogen Trümmer, sandige Substanzen bilden, konnten die Flötzbildungen ihren Anfang nehmen. Wahrscheinlich hat das Wasser bei einer hohen Temperatur und die Principien einschließend, die aus den festgewordenen Massen, wie noch jetzt aus den Laven (§. 45), entwichen, die steinigen Substanzen angegriffen, sie zersetzt, aufgelöst und später chemische Niederschläge bilden, oder den Trümmern eine feste Consistenz geben können. Wir finden auch in der That Ablagerungen von Fragmenten, Gerölle und Sand schon in den ältesten Schichten, die wir wahrnehmen können, und ehe wir organischen Ueberresten begegnen.

Es ist klar, daß alle festen Schichten, die sich nach und nach unter der ersten Haut bildeten, und gleich dieser, dem Gesetz der Zusammenziehung durch Erkaltung unterworfen waren, sich wie diese erste Haut mit Rissen und Spalten in allen Richtungen bedecken mußten; daher konnte diese ganze, so gebildete Erdrinde nicht die Festigkeit haben, die man sich vielleicht anfangs vorstellte: sie konnte also nicht so kräftig, wie man glauben könnte, den innern Wirkungen widerstehen, die, da sie nur in den später gebildeten Sediment- oder Flötzformationen Hindernisse fanden, ihrerseits auf alle Arten konnten und mußten verrückt und verschoben werden. Wir bemerken auch wirklich keine Ablagerung auf der Erdoberfläche, die sedimentär oder krystallinisch wäre und sich nicht von einer Menge Spalten oder Rissen in allen Richtungen durchzogen fände; auf dieser letzteren Oberfläche sind

sogar die meisten Felsen bis zu einer ziemlich großen Tiefe in kleine Stücke zerbrochen.

Bemerken wir jetzt, daß, so lange die Erdrinde sich im Zustande einer allmähligen Erkaltung befand, die Dinge beinahe auf die angegebene Weise vor sich gehen mußten; sobald sie aber in den stationären Zustand, in der wir sie jetzt finden, eingetreten war, mußte sich auch die Sache ändern: es fand kein Zurücktreten oder Zusammenziehen in der oberflächlichen Haut mehr Statt, weil es keine merkliche Erkaltung mehr gab. Dessen ungeachtet aber wird die innere Masse immer noch kälter, wenn auch außerordentlich langsam;* folglich vermindert sich auch ihr Volumen; da nun der flüssige Theil denjenigen, der ihn bedeckt, und der allmählig zu groß wird, nachzuziehen strebt, so muß diese letztere eine Zusammenziehung erleiden und auf seiner Oberfläche Runzeln bekommen, indem sie in ihrer ganzen Tiefe verrückt oder verschoben wird. Dies kann eine Zeitlang ganz langsam geschehen; aber in gewissen Momenten kann sich die Wirkung auch plötzlich äußern, woher denn auch die plötzlichen Katastrophen rühren, welche die Erdoberfläche erleidet.

Alle Beobachtungen zeigen uns, in Verbindung mit den geometrischen Betrachtungen, daß diese Runzeln und diese Verrückungen oder Verschiebungen sich in der Richtung eines größten Kreises bilden und sich auf der Hälfte seines Umfangs ausdehnen.

§. 72. **Thermen oder warme Quellen.** — Sowohl die verschiedenen warmen Quellen, die man an so vielen Punkten der Erdoberfläche antrifft, als auch die Dunstausströmungen oder F u m a r o l e n lassen sich sehr leicht durch die eigene und steigende Temperatur der Erdkugel und durch die Risse erklären, die mehr oder

* Fourier sagt, daß 30,000 Jahre erforderlich sein werden, damit die Zunahme der innern Wärme nicht mehr als 1/2 Grad für 30 Meter betrage.

weniger tief in die Erde gehen. Die Gewässer kommen alsdann auf die Oberfläche mit der Temperatur, die dem Punkte entspricht, von dem sie herkommen; auch weiß man, daß eine Tiefe von 3 Kilometer nöthig ist, damit es kochend wird (§. 6). So begreift man nun auch leicht, wie bei den Erdbeben in einer Gegend neue warme Quellen zum Vorschein kommen, und wie schon vorhandene sich verlieren können (§. 19); für den ersten Fall genügt es, daß einige Risse eine Verbindung von der Oberfläche bis zu gehöriger Tiefe herstellen, und daß für den zweiten Fall die bereits bestehende Communikation sich unterbrochen findet.

Auch begreift man leicht, daß ehe die Erde den Grad von Erkaltung, den sie in unserer Zeit zeigt, erlangt hatte, die warmen Quellen unendlich zahlreicher vorhanden sein mußten. Wenn die Temperatur statt $\frac{1}{30}$ Grad für den Meter (§. 6), z. B. um $\frac{1}{3}$ Grad, d. h. zehnmal schneller zunahm als in der jetzigen Periode, und wenn sich dann bei einer Tiefe von 300 Meter der Siedpunkt des Wassers befand, so ist es klar, daß sehr viele Quellen eine Temperatur von 100 Graden hatten und daß die jetzt ziemlich seltenen Fumarolen damals sehr gemein sein konnten. Daraus mußten nun atmosphärische Verhältnisse hervorgehen, die sehr verschieden von den jetzigen sind; es mußten sich nothwendig dichte Nebel über die Länder in der Abwesenheit der Sonne verbreiten, und es mußte dann die Ausstrahlung der Wärme in den Himmelsraum — jene heutzutage so wichtige Ursache der Erkaltung — völlig null sein. Die Winter waren daher nur wenig strenge, und dies erklärt uns auch, wie so viele Pflanzen und Thiere (§. 70), die jetzt unsere winterlichen Klimate nicht zu ertragen vermögen, damals hier, wie zwischen den Tropen, und genau wie die Pflanzen des Südens, an den Küsten und auf den Inseln des Nordens beständig von dichtem Nebel umgeben leben konnten. Die ganze,

durch diese vielen Dünste gemäßigte Erde konnte überall die gleichen organisirten Wesen haben, und dies ist's auch, warum die Mineralschichten von einem bestimmten Alter einen weit geringeren Unterschied in den von ihnen eingeschlossenen Ueberresten, in welchem Orte sich auch diese befinden mögen, darbieten, als heutigen Tages unter den Wesen der verschiedenen Zonen.

## Ablagerungen, die dem Sediment- oder Flötzgebirge angehören.

§. 73. **Allgemeine Vergleichung.** — Wir haben die Gerölle, den Sand, den Lehmen durch die Wirkung der fließenden Gewässer und der Meereswogen sich bilden sehen; wir haben ferner gesehen, wie sich diese durch jene Gewässer fortgeführten und vorwärts gestoßenen Substanzen in den Seen und Meeren, an der Einmündung der Flüsse und an den Küsten aufhäufen. So oft wir also im Innern der Continente diese Formen der Substanzen, ihre Anhäufung zu mehr oder weniger großen Lagern wieder finden, so dürfen wir mit Recht daraus schließen, daß irgendwo, nahe oder ferne, hohe Gebirge, von denen die Substanzen abgelöst worden sind, fließende Wasser, welche dieselben fortgeführt haben, sodann Wasser mit einer wellenförmigen Bewegung, welche dieselben an ihren Ufern angehäuft haben, und oft auch Seen und Meere bestanden, welche die bereits genannten Stoffe aufgenommen haben. Nach der größern oder geringern Menge und Größe der Gerölle können wir die Masse und Gewalt der Gewässer, von denen sie herbeigeführt worden sind, beurtheilen; auch müssen ihre Beschaffenheit und die verschiedenen hinter sich gelassenen Streifen zu einem Ausgangspunkt führen, im Fall kein Umstand die von den Strömen auf ihrer Bahn zurückgelassenen Spuren verwischt hat.

Weil wir auf der andern Seite in den Meeren

und Seen in unsern Tagen Muschelablagerungen sich bilden sehen, so können wir daraus den Schluß ziehen, daß die zahlreichen Schichten von derselben Art, wie wir sie auf allen Höhen unserer Continente und bis zur Spitze der höchsten Berge finden, sich nothwendig unter dem Wasser gebildet haben; an der Beschaffenheit der organischen Ueberreste werden wir erkennen, ob sie unter dem Süßwasser oder dem Meereswasser abgesetzt wurden, ob an den Küsten oder in den Tiefen des Meeres; ihr Gemisch, ihr Wechsel, werden uns Einmündungen von Flüssen, Abwechslungen von Süßwasser und Meerwasser ꝛc. anzeigen.

§. 74. **Süßwasserablagerungen.** — Die durch die Süßwasser gebildeten Ablagerungen lassen sich leicht daran erkennen, daß die organischen Ueberreste, die sie einschließen, mit denjenigen verschiedener Thiergattungen, manchmal selbst verschiedener Arten, die noch jetzt in unsern Flüssen und Seen leben, verglichen werden können. Dies sind besonders Ueberreste, Eindrücke oder Abdrücke von Muscheln, die denen der Gattungen Limnæa und Planorbis (§. 65) (Fig. 61 und 62) ähnlich sind. Diese Muscheln sind dünn, einschalig, einfächerig; die ersten mit einer vorspringenden Spirale, deren letzte Windung mehr oder weniger bauchig ist, mit einer mehr langen als breiten Mündung, deren rechter Rand, der schneidend ist, bis zur Säule (Axe) aufsteigt, wobei er eine sehr

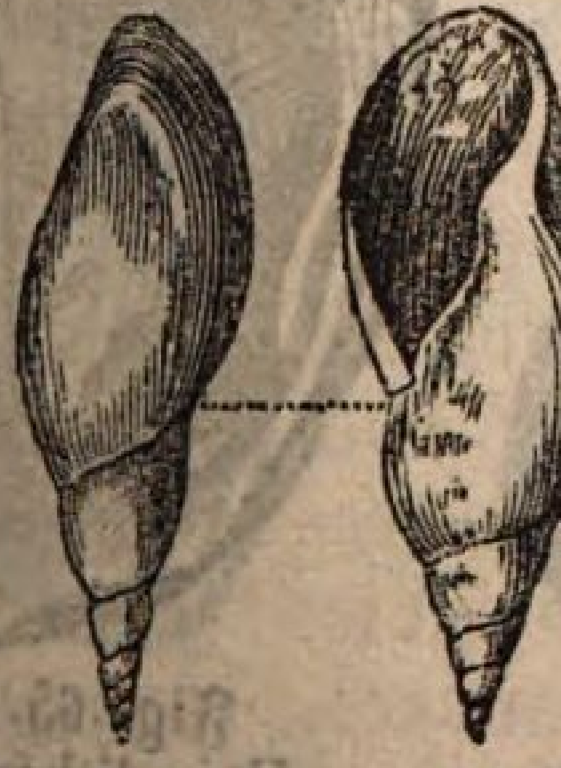

Fig. 61. Limnæa longiscata.

Fig. 62. Planorbis evomphalus.

schiefe Falte bildet; bei der zweiten sind die Windungen der Spirale in einer und derselben Ebene aufgewickelt. Die genannten Schichten zeigen auch solche Muscheln, die man mit der Paludina (Fig. 63), der Melania (Fig. 64) und öfters auch mit Landmuscheln aus der Gattung Helix vergleichen kann. Die zur Gattung Paludina gehörigen Muscheln sind kreiselförmig, mit ziemlich kurzer Spirale, deren Windungen convex und dadurch deutlich von einander unterschieden sind; die Mündung ist an der Spitze winklig. Die Melania hat ein langgestrecktes, oder wenn man sich des allgemein angenommenen Ausdrucks bedienen will, **thurmförmiges** Gewinde, das entweder Rippen oder mehr oder minder hervorragende Warzen ꝛc. zeigt; die Mündung ist an der Basis ausgeschweift. Die Muscheln dieser beiden Gattungen haben im lebenden Zustand einen Deckel, womit das Thier die Oeffnung seines Gehäuses verschließen kann.

Die zweischaligen Muscheln, seltener als die vorhergehenden, sind mit der Malermuschel (Unio), der Teichmuschel (Anodonta), der Teichhornmuschel (Cyclas) und der Cyrena zu vergleichen. Die erste (Fig. 65),

Fig. 63.
Paludina lenta.

Fig. 64.
Melania inquinata.

Fig. 65.
Unio lithoralis.

ist gewöhnlich dick, durch ein Scharnier oder Schloß charakterisirt, das auf jeder Schale einen langen, auf der Schale der rechten Seite einen kurzen und auf der linken Schale einen doppelten, gedrückten und gestreiften Zahn hat. Die zweite (Fig. 66) ist eine dünne und zahnlose Muschel; endlich stellen die rundere Cyclas und Cyrena (Fig. 67 und 68) auf jeder Schale zwei längliche Seitenzähne dar, zwischen welchen ein oder mehrere kleine Zähne stehen. Die gänzliche Abwesenheit jeder Art von Polypen (Fig. 69 bis 72) und von Echiniden (Fig. 73 bis 75) muß noch als ein wichtiger Charakter der Süßwasserablagerungen angegeben werden.

Die Ablagerungen, welche diese Charaktere zeigen, kommen auf der Erdoberfläche häufig vor. Wir haben bereits §. 63, 65 gesagt, daß sich solche mit jedem Tage am Grund der gegenwärtigen Wassersammlungen bilden; auch finden wir sie an sehr vielen Stellen, die offenbar von vormaligen Seen die Böden sind. Hierher gehören z. B. die Kalktuffe oder Travertino's von Tivoli, in der Gegend von Rom, und unzweifelhaft auch der Kalk von der Limagne

Fig. 66.
Anodonta Cordieri.

Fig. 67.
Cyclas obovata.

Fig. 68.
Cirena trigonula.

(Auvergne). Es finden sich davon abgerissene Theile, von denen man oft mehrere in allen Theilen Frankreichs, in England, in Deutschland ꝛc. mit einander in Verbindung bringen kann. In der Umgegend von Paris treten sie sehr häufig auf, wo sie entweder im Kieselerdezustand als Mühlsteinquarze oder als Kalk die meisten Plateaux bilden (z. B. das ganze Plateau von Orleans); man findet sie sogar in verschiedenen Stufen, wo sie entweder eine abwechslungsweise Wiederkehr von Süßwassern und Meerwassern, oder Einmündungen von Flüssen in vormalige Meere, welche die Masse unserer Grobkalke gebildet haben, anzeigen. Die Ufer des Rheins, die Schweiz, der untere Theil des Rhonethals, der große Meerbusen, der sich von Marseille bis Montpellier ꝛc. erstreckt, sind zahlreiche Beispiele davon.

§. 75. **Meeresablagerungen.** — Diese zeichnen sich durch die Aehnlichkeit der organischen Ueberreste, die sie einschließen (Fig. 69 bis 84) mit den Ueberresten der verschiedenen, noch jetzt im Meere lebenden Thieren aus. Ganz besonders charakteristisch sind die Polypenstöcke, die eine größere oder geringere Aehnlichkelt mit den bereits bei den Korallenriffen (Fig. 54 bis 57) angegebenen Polypenstämmen haben; ferner die Encriniten (Fig. 69 bis 71) oder die Ueberreste von ihren Gelenkstücken (Fig. 72); endlich die Echiniden (Fig. 73 bis 75). Von diesen organischen Körpern findet sich keiner im Süßwasser.

Unter den einschaligen Muscheln finden sich deren, die mehr oder weniger denjenigen ähnlich sind, die wir bei den Süßwassern angegeben haben, obschon sie im Allgemeinen dicker und häufiger mit Höckerchen bedeckt sind (Fig. 76). Wenn wir auch diese Ueberreste, hinsichtlich deren man beim ersten Anblick vielleicht in einiger Ungewißheit schweben könnte, bei Seite lassen, so finden wir viele andere, die hinlänglich bezeichnend sind; dies sind nämlich Muscheln,

Fig. 69.
Encrinites moniliformis.

Fig. 70.
Apiocrinites rotundus.

Fig. 71.
Cyathocrinites planus.

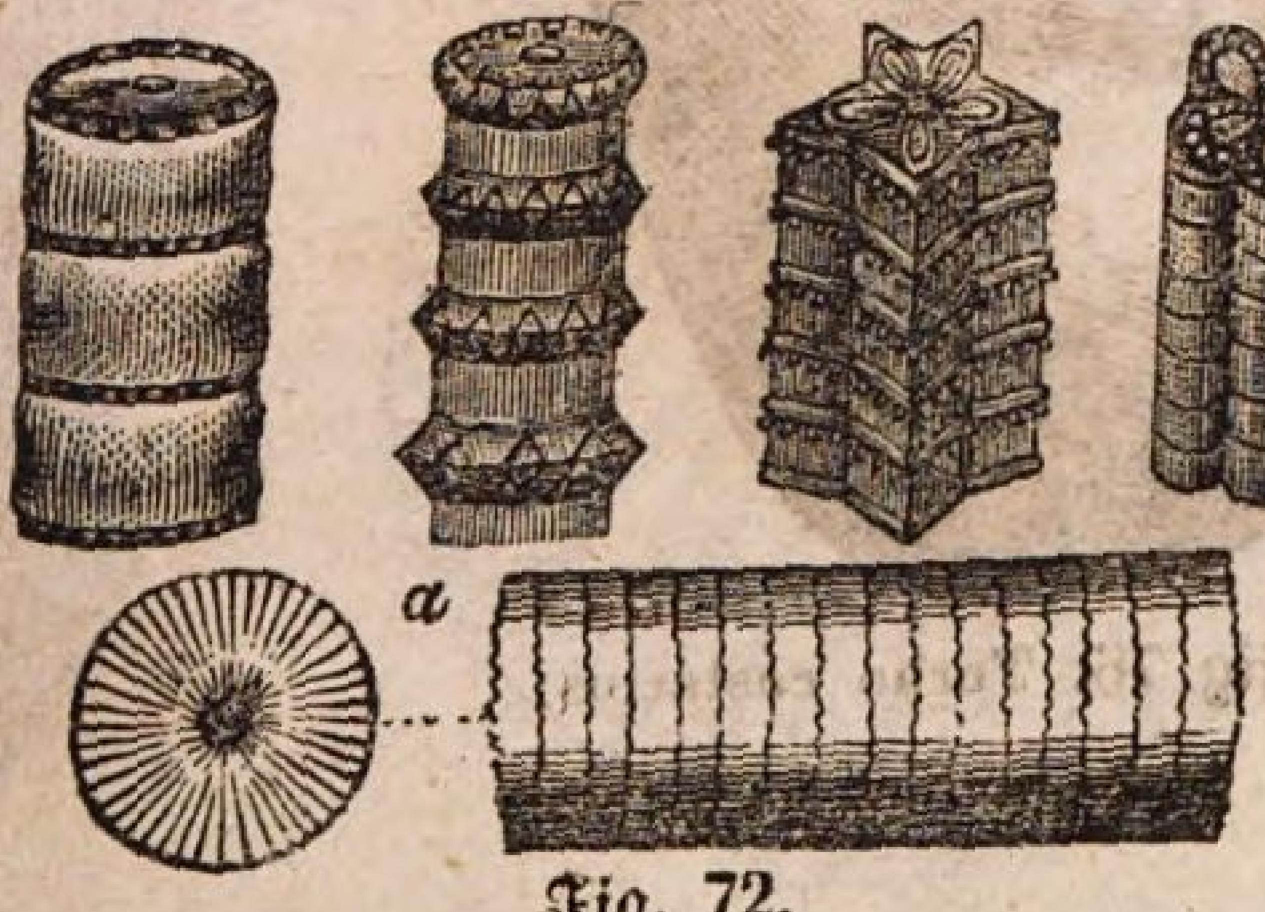


Fig. 72.
Verschiedene Gelenkstücke von Encriniten.

Fig. 73.
Cidaris coronata.

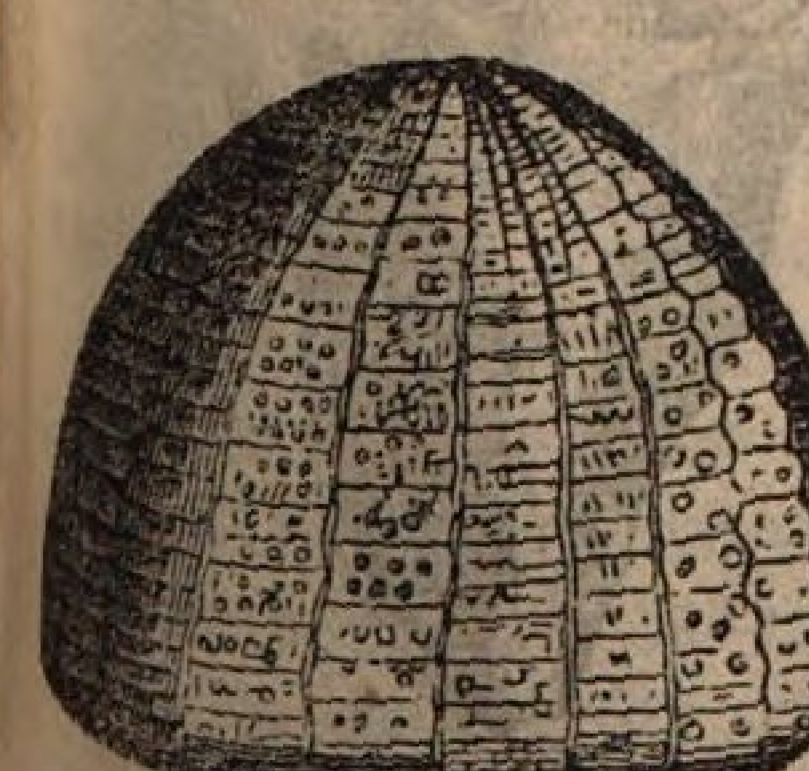

Fig. 74. Ananchytes ovatus
(der Pariserkreide).

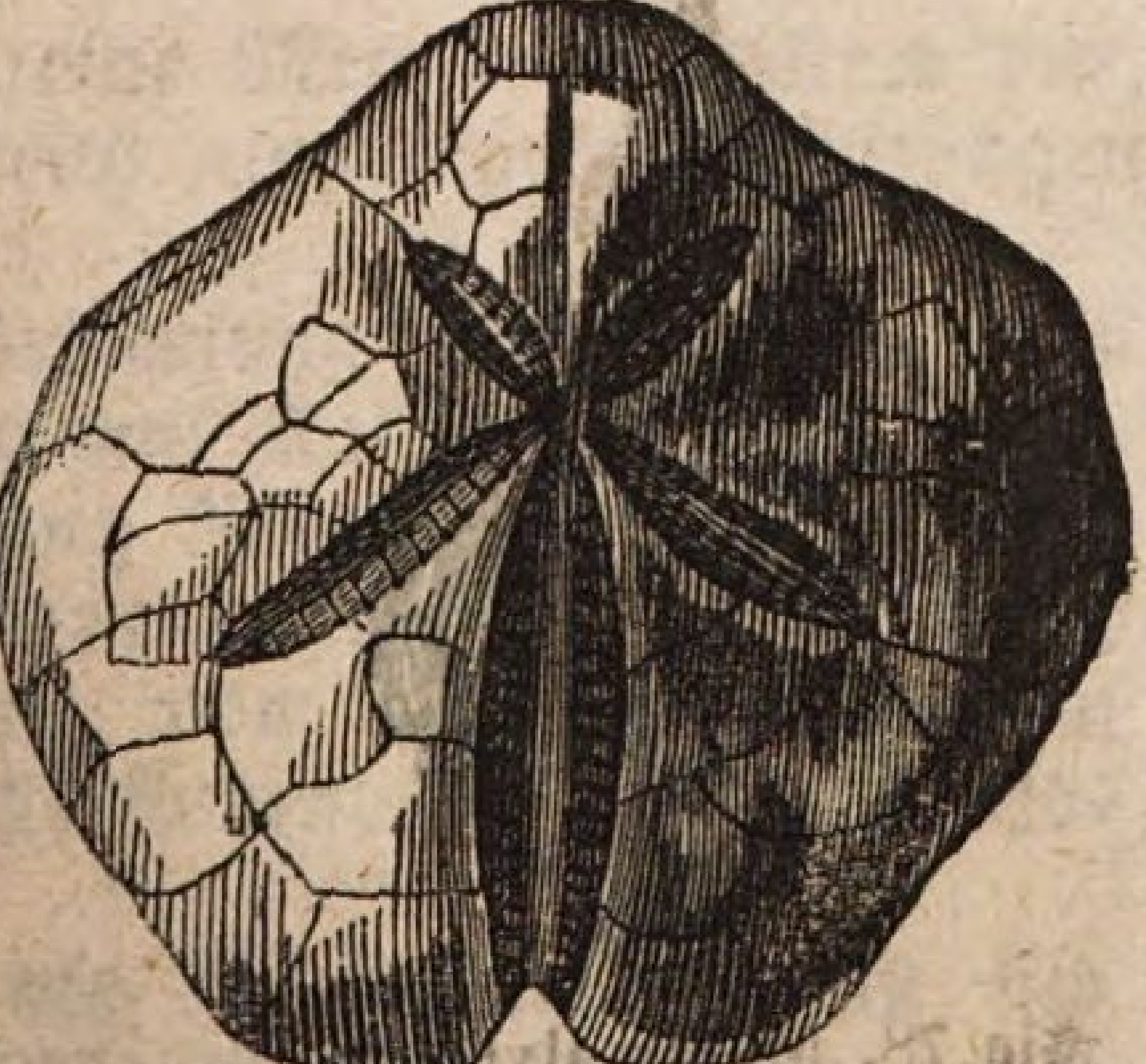

Fig. 75. Spatangus ambulacrum
(der Pyrenäenkreide).

deren Mündung in einem mehr oder weniger länglichen Kanal oder in einem Ausschnitt endigt, und die entweder zur Gattung Cerithium (Fig. 77), von der eine sehr kleine Anzahl Arten in den Süßwassern leben, oder zu den Gattungen Murex (Fig. 78), Voluta (Fig. 79) ꝛc. gehören, die alle im Meere leben und die man sehr häufig im Kalk findet.

Fig. 76. Turbo costarius.

Fig. 77. Cerithium mutabile.

Fig. 78. Murex alveolatus.

Fig. 79. Voluta athleta.

Die zweischaligen Muscheln unterscheiden sich im Allgemeinen bedeutend von denjenigen, die man im Süßwasser findet; es gibt darunter welche, die mehr oder weniger an Austern erinnern oder welche ihnen auch ganz gleichen; sehr viele sind mit Rippen, Streifen, Runzeln u. s. w. besetzt (Fig. 80 und 81) und

Fig. 80 Cama foliacea.

Fig. 81. Venericardia imbricata.

stellen mit einem Worte eine Menge Charaktere dar, die von denen der bereits angeführten Gattungen gänzlich abweichen.

Wir fügen noch die Bemerkung bei, daß man bloß im Meere die Conchylien mit Kammern, wie z. B. diejenigen aus der Gattung Nautilus (Fig. 82), die den zahlreichen Ammonitenarten (Fig. 83) mehr oder weniger ähnlich sind, von denen die Schichten der Erdrinde sich angefüllt finden, aber keine Analogien mehr davon leben.

Nicht unwichtig ist die Beobachtung, daß sich diese Ablagerungen im Allgemeinen langsam durch

Fig. 82. Nautilus truncatus (im Liaskalk).

Fig. 83. Ammonites catena (im Lias).

Anhäufung der Ueberreste der Mollusken bildeten, und zwar in dem Maße, als diese Thiere untergingen, was aber nicht durch plötzliche Katastrophen, durch welche sie lebend in mehr oder weniger großer Anzahl aufgehäuft worden wären, geschah. Ein Beweis davon ist dies, daß man sehr häufig selbst im Innern der Muscheln jene Parasiten findet, die sich an alle Körper hängen (Fig. 84) und die sich nicht, wie hier, im Innern der Muschel hätten festsetzen können, wenn der Molluske, dem sie angehört, nicht zuvor untergegangen wäre. Oft ist sogar der Ueberrest des Schmarotzerthieres von andern bedeckt, woraus also folgt, daß der erstere lange Zeit im Meere mußte verweilt haben. Auch bemerkt man, daß bei den zweischaligen Muscheln die Schalen häufig von einander getrennt sind, was ein neuer Beweis ist, daß das Thier todt war, ehe es vergraben wurde. Endlich gibt es auch Muscheln, welche, wie die sie begleitenden Feuersteine und Kalksteinfragmente, von

Fig. 84. Eine Serpula in der Cardium porulosum (Pariserkalk).

den sogenannten Steinbohrern (Meerdattel, Lithodomus lithophagus) durchbohrt sind, was zu einer weiteren Folgerung führt. Wir sagen jedoch keineswegs, daß es nicht auch einige Ausnahmen gebe, die aber alsdann gewiß von Lokalumständen herrühren.

Auch muß man im Allgemeinen zugeben, daß sich die Muschelablagerungen selbst an der Stelle finden, wo diese Thiere einst gelebt haben, denn sie schließen eine große Anzahl ganz unbeschädigter Muscheln ein, deren zärtesten Anhängsel vollkommen gut erhalten sind — ein Umstand, der unmöglich mit der Annahme einer Fortführung durch Wasserströme, wodurch sie ganz zerbrochen und die Bruchstücke abgerundet worden wären, in Verbindung gebracht werden kann. Selbst die feinsten Theile haben bei ihrer Zerlegung ihre Eindrücke in der sie umschließenden Substanz zurückgelassen.

Mit Hülfe dieser organischen Ueberreste wird man immer die Meeresablagerungen, die auf der Erdoberfläche so reichlich vorkommen und die man so häufig auf französischem Boden findet, erkennen. Die ganze Umgebung von Paris, wo sie die gewöhnlichen Bausteine liefern, der gröste Theil der Normandie, von

Artois, der Picardie, der Franche-Comté, von Burgund, Bourbonnais, sämmtlichen Sevennen, der Dauphiné, der Provence u. s. w. bieten davon uns alle Altersstufen und Modifikationen dar.

§. 76. **Kohlenlager.** — Es ist eine ausgemachte Sache, daß die Kohlenlager, die man in verschiedenen Schichten der Erde findet, durch aufgehäufte Pflanzenüberreste gebildet worden sind; der Beweis davon sind die zahlreichen und deutlich charakterisirten Reste von Stämmen und Blättern, die man entweder in der verbrennlichen Masse oder in den erdigen Substanzen, von denen jene eingeschlossen ist, findet. Damit ist Jedermann einverstanden; anders aber verhält es sich mit der Art und Weise der Ansammlung aller dieser Ueberreste. Einige Geologen glauben, daß sämmtliche Ablagerungen dieser Art das Ergebniß von einem Vergraben großer Flöße von verschiedenen Pflanzen seien, die durch große Flüsse oder durch Meeresströme herbeigeführt werden und in verschiedenen Orten gescheitert wären, andere sind dagegen der Meinung, daß sich die meisten dieser Lager an ihrer ursprünglichen Stelle nach Art der Torflager (§. 67) in den Eindrücken eines unbedeckten Bodens, wohin kleine Flüßchen oder Bäche täglich die Trümmer der umgebenden Vegetation brachten, gebildet hätten.

Die Annahme von schwimmenden Flößen hat die ungeheure Dicke gegen sich, die man bei ihnen nothwendig annehmen muß, um zwischen zwei Schichten von sandigen Substanzen, solche Brennstoffschichten wie wir sie kennen, zu erhalten; denn wenn man das specifische Gewicht der verschiedenen Holzarten, ihren Kohlengehalt, verglichen mit dem der Steinkohlealager, in Erwägung zieht, so findet man, daß diese letzteren nur 0,22 oder sogar nur 0,07, je nach den Pflanzen, von dem ursprünglichen Volumen der Substanzen, welche ihnen die Entstehung gaben, enthalten können. Wenn man ferner die vielen leeren Räume bedenkt,

welche eine Folge von der unregelmäßigen Aufschichtung der Trümmer in einem Floße sind, so findet man, daß z. B. die Steinkohle, welche durch die specifisch leichtesten Pflanzen, wie die Equisetaceen, die Farnkräuter u. s. w. sich gebildet hat, in ihren Schichten wohl nur eine Dicke von 0,035 der Dicke des betreffenden Floßes haben kann. Es folgt daraus, daß Steinkohlenschichten von 1,2, . . . . . 30 Meter Mächtigkeit, wie wir sie kennen, 28, 57, . . . . . . 857 Meter dicke Flöße erfordert haben würden, was aber gewiß die Gränzen der Wahrscheinlichkeit überschreitet und in den meisten unserer Meere unmöglich wäre.

Die Vorstellung von einer ähnlichen Bildung, wie die der Torflager, bietet diese Schwierigkeit nicht dar, und erfordert bloß Zeit zur Aufhäufung der dazu nöthigen organischen Stoffe. Diese Zeit könnte bei dem gegenwärtigen Stand der Dinge in der That sehr beträchtlich sein; denn nach der Berechnung des Herrn von Beaumont über die Kohlenmenge, welche unsere Wälder jährlich erzeugen, könnten sich auf der ganzen Ausdehnung der bekannten Steinkohlenlager nur etwa 16 Millimeter dieses Brennstoffs in einem ganzen Jahrhundert bilden. Doch läßt uns Alles glauben, daß die Vegetation bei einer mittleren Temperatur von 22°, wo die Atmosphäre mit Dünsten erfüllt war (§. 72), und bei Pflanzenarten, die damals in unsern Gegenden wuchsen, die Vegetation unendlich kräftiger als jetzt war; man wird sogar zu der Annahme veranlaßt, daß zur Zeit dieser Bildungen, wo die Erde noch nicht bis zu dem Grade der Erkaltung, den sie gegenwärtig zeigt, herabgekommen ist, aus ihrem Innern viel Kohlensäure aufstieg und die Bildung der Kohle durch die Pflanzen damals schneller vor sich ging. Uebrigens war nicht bloß für die Bildung der Steinkohlen ein langer Zeitraum nöthig; es war dies selbst bei allen Flötzgebilden der Fall, und gewiß war für die Kalkablagerungen, die sich einzig und allein aus

Muscheln gebildet haben und noch eine weit größere Mächtigkeit gewannen, als die Kohlenflötze, viele Jahrhunderte nöthig, um bis zu einem solchen Punkte zu gelangen.

Die Hypothese, welche die Bildungsweise der Steinkohlenflötze und Torflager als mit einander ähnlich annimmt, findet eine Stütze an den verschiedenen gemeinsamen Charakteren der beiderlei Ablagerungen: diese Charaktere sind nicht bloß die Bäume, die man darin mit ihren Wurzeln aufrecht stehend findet, und die merkwürdig gute Erhaltung der Blätter in Mitte der Schichten, sondern auch noch die Disposition zu mehr oder weniger ausgedehnten, von einander abgesondeten und für sich bestehenden Becken, welche Wasserlachen oder Sümpfe anzudeuten scheinen, die sich in den Eindrücken eines unbedeckten Bodens gebildet hatten. Diese Lager sind oft von allen Seiten von weit älteren Gesteinen umgeben, welche die Seitenwände der Höhle, wo sie Statt gefunden haben, bilden; aber häufig macht man auch die Bemerkung, daß eine gewisse Anzahl von einander unabhängiger, kleiner Becken einen Theil von einem ausgedehnteren Becken, von einer Art See, angefüllt von gleichzeitigen sandigen Substanzen, ausmachen, an deren Oberfläche sich eben so viele Brennstoffmassen gebildet hätten. Es gibt auch Lager, die gleichsam in vormaligen Thälern eingeschlossen sind, längs deren sie zerstreut liegen. Alle diese Umstände zeigen sich im innern und südlichen Frankreich, von Burgund bis Languedoc, und in den Lagern der Vogesen; aber im Norden von Frankreich, in Belgien, England, Deutschland, in Schottland verhält sich die Sache ganz anders. Hier scheinen nämlich die Brennstoffschichten sich auf großen Räumen auszudehnen; alle diese Thatsachen zusammen, so wie die unmittelbare Ueberlagerung der Meereskalke, die man in allen diesen Gegenden findet, erweckt in uns den Gedanken, daß diese jetzt

verrückten, durch die Meere abgesonderten Ablagerungen ehemals von einem und demselben Ganzen einen Theil bildeten. Sie haben sich nicht mehr in ausgetrockneten Sümpfen oder Seen gebildet, sondern in einem weiten Meere, dem Sammelplatz aller Ueberreste einer ungeheuren, seinen Küsten und Inseln angehörigen Vegetation, — ich sage in einem Meere, wo die Wellenbewegungen diese Stoffe, wie alle andere Flötzgebilde, schichteten (§. 64).

Gewisse Braunkohlen (Lignite) sind sicherlich auf dieselbe Weise gebildet worden, wie die Steinkohle (Schwarzkohle), von der sie die Gänge darstellen; jedoch gibt es noch andere, welche unregelmäßige Massen oder Anhäufungen untereinandergeworfener, mehr oder weniger bituminöser Hölzer sind, die ihre Textur beibehalten haben, und die man zufällig mitten in den Flötzgebilden eingegraben findet, und die wahrscheinlich einen ähnlichen Ursprung haben, wie diejenigen, welche durch große Flüsse herbeigeführt, sich in den See'n und Meeren absetzen (§. 62).

Ueberreste von Muscheln sind in den eigentlichen Steinkohlen selten. Einige Beispiele davon kennt man bloß in der großen Formation, die das nördliche Frankreich, Belgien, England in sich begreift: z. B. in den Umgebungen von Liège und Namur, in Derbyshire 2c., wo sich Meeresmuscheln finden. Etwas Merkwürdiges ist's, daß man hier zugleich Süßwassermuscheln anführt, die eine Aehnlichkeit mit den Malermuscheln und Teichmuscheln haben. In den meisten Braunkohlenlagern, wo die Holzstruktur im Allgemeinen verschwunden ist, findet man dagegen sehr viele Muscheln, welche ihrem Ursprunge nach dem Süßwasser angehören, was beweist, daß die Bildung dieser Substanzen in allen Süßwassersee'n Statt fand.

## Verschiedene Wirkungen, die den Hebungen und Senkungen beizumessen sind.

§. 77. **Allgemeine Betrachtungen.** — Auf welcher Höhe der Erdoberfläche wir auch durch Flüsse gebildete Ablagerungen finden mögen, so dürfen wir doch keineswegs darüber erstaunen; denn wir begreifen ja vollkommen gut, daß auf allen Stufen unserer Continente See'n existiren konnten, wie wir solche noch heute finden, und daß nach ihrem Ablaufe die Ablagerungen auf dem Boden trocken liegen geblieben sind. Aber auch Meeresablagerungen finden wir auf allen Höhen in sehr ausgedehnten Schichten; übrigens ist es nicht ebenso leicht, sich davon im ersten Augenblick Rechenschaft zu geben. Solche Ablagerungen konnten in der That sich nur unter dem Meereswasser bilden; und weil sie sich gegenwärtig in einer Höhe von Tausenden von Metern über dem jetzigen Niveau des Meeres befinden, so muß man von zwei Dingen das eine zugeben: entweder sind die Meere in einer gewissen Epoche über diesen Punkten so lange erhaben gewesen, daß sich darauf mächtige Schichten bilden konnten, oder sind diese Ablagerungen aus dem Grund des Meeres bis zu der Höhe, wo wir sie gegenwärtig sehen, emporgehoben worden.

Nun berechtigt uns in den Erscheinungen der gegenwärtigen Epoche Nichts zu der Annahme, daß die Meere auf einer solchen Höhe eine Zeitlang, die zur Bildung beträchtlicher Ablagerungen hinreichend war, sich befunden haben konnten, weil sich ihr Niveau seit den ältesten historischen Zeiten nicht verändert hat (§. 20).* Wir sehen auch nicht ein, was aus dem Ueber-

* Wir abstrahiren von der allgemeinen Wasserflut, die in den heiligen Büchern als eine Katastrophe von sehr kurzer Dauer angegeben wird, und die daher unmöglich die bekannten ungeheuren Ablagerungen gebildet haben konnten, welche Jedermann als langsam gebildet betrachten muß. Ueberdies ist die ebenerwähnte Katastrophe neu und kann sich nur auf die letzten Veränderungen unserer Conti-

schuß der Gewässer (nämlich ein größeres Volumen, als das, was noch jetzt übrig ist, §. 9) über dem gegenwärtigen Niveau geworden sein sollte, wofern wir nicht die Mitwirkung des göttlichen Willens zulassen, welchem es sodann in den alten Zeiten gefallen hätte, diese Gewässer ziemlich oft erscheinen und wieder verschwinden zu lassen und selbst die Gesetze ihres Gleichgewichts zu unterbrechen. Muschelablagerungen, die man da und dort auf großen Höhen sieht, finden sich sehr häufig nicht an andern Punkten, die doch diesen Höhen entsprechen, und zeigen sich dagegen mit allen ihren charakteristischen Merkmalen mehrere Tausend Meter tiefer unten: man müßte also annehmen, daß die Gewässer in dem einen Punkte sich konnten beträchtlich gehoben haben, und im andern tief unten geblieben sein, was aber absurd ist; oder müßte man annehmen, daß die nämlichen Thiere an dem einen Orte an der Oberfläche des Wassers und an einem andern in unermeßlichen Tiefen leben konnten, was aber allen Beobachtungen zuwiderläuft. Es bleibt uns also keine vernünftige Annahme mehr übrig, als die Idee von den Hebungen des Bodens — eine Idee, gestützt auf die positiven Thatsachen, die in unsern Tagen Statt fanden, und die ohne Zweifel nicht die einzigen sind, welche sich auf der Erdoberfläche ausgesprochen haben. Wenn die Hebungen ihre Wirkung plötzlich 200 Meilen weit an den Küsten von Chile und der Breite nach bis zu den Inseln Juan Fernandez äußern konnten (§. 19); wenn langsame Hebungen in dem ganzen bothnischen Meerbusen, in Schweden und in Finnland auf einer nicht weniger großen Flächenausdehnung sich kund thun (§. 21), so begreifen wir leicht, daß auch

nente beziehen; sämmtliche Muschelablagerungen, von denen die Rede sein wird, sind weit älter, wie wir später sehen werden, und sind unabhängig von den Thatsachen, die sich an die Geschichte der Menschheit knüpfen. (Siehe die Einzelheiten der hauptsächlichsten Erhebungen.)

sonst überall weite Gegenden sich gehoben haben konnten.

Da die ungeheure Flüssigkeitsmasse, die das Innere der Erde bildet, unter ihrer dünnen Rinde hin und her schwankte, so konnte sie diese letztere nach allen Richtungen ausbauchen, und weiter ist auch Nichts nöthig, um Continente über das Meer hinauszustoßen, und das schwache Relief derselben (§. 8) auf alle Weisen zu verändern. Und daß man nicht darüber erschrecke, wenn diese Wirkungen in's Riesenhafte zu gehen scheinen; nur weil wir sie mit unserer Schwachheit vergleichen, urtheilen wir so, denn im Vergleich zur Größe der Erde selbst sind sie Nichts. Was sind denn die 7821 Meter, welche der Himalaya, der höchste Berg der Erde, zeigt, und was sind die 8000 Meter Tiefe, die man bis jetzt durch die gelungensten Sondagen der Meerestiefen (§. 9) gefunden hat, im Vergleich zu den mehr als 6 Millionen Meter, welche der mittlere Erdhalbmesser darbietet? Und dennoch sind solche Höhen und Tiefen, deren Summe nur 2 Millimeter Vorsprung für den Meter erzeugt, selbst nur Seltenheiten auf unserem Planeten, deren größten Unebenheiten nicht einmal mit den ganz unmerklichen Runzeln, die sich in unsern Hüttenwerken an den Glas- oder Metallflüssen bilden, verglichen werden können. Wenn wir mit diesen Reflexionen noch die Kenntniß verbinden, die wir über die ungeheure Kraft besitzen, welche oft vom Innern der Erde nach außen wirkt (§. 47), so wird uns Nichts in den Phänomenen, die sich unseren Augen darbieten, in Erstaunen setzen. — Wir wollen indessen sehen, wie die Thatsachen diese Folgerung rechtfertigen.

§. 78. **Gehobene Muschelablagerungen und gehobene Ufer.** — Was die Theile eines über das Meer gehobenen Bodens bezeichnet, das ist das Vorhandensein verschiedener Muscheln, die ge-

wöhnlich im Niveau des Wassers auf der Oberfläche nackt gelegter Felsen festsitzend leben, wie z. B. die Seetulpen, die eßbaren Muscheln (Mytilus edulis *L.*) zc. (§. 19); oder das Vorhandensein einiger kleinen Muschelablagerungen, die mit denen gleichbedeutend sind, die sich täglich auf dem Grunde der benachbarten Meere bilden. Als man die Hügel untersuchte, welche die Küsten von Chile begränzen, so fand man auf den Plateaux, die terrassenförmig über einander liegen und deren Ränder mit den gegenwärtigen Ufern parallel sind, Muscheln, ähnlich denjenigen, die in unsern Tagen trocken gelegt worden, und noch an die Felsen festsitzen, sowie auch Muschelablagerungen, welche die gleichen organischen Ueberreste einschließen, wie diejenigen, welche sich noch im stillen Ocean bilden. Ist es nicht ganz wahrscheinlich, ich will sagen, evident, daß diese Ablagerungen die Spuren oder Anzeichen allmähliger Erhebungen, ähnlich denjenigen, welche Statt gefunden haben, sind? Diese Folgerung wird durch die Beobachtung unterstützt, die man an den Küsten von Peru, in der Insel San Lorenzo bei Lima, macht, wo man 30 Meter über dem Meere ähnliche Ablagerungen fand, welche Binsengeflechte, Bruchstücke von Baumwollenfäden zc., einschlossen. Diese Gegenstände bezeugen, daß die fraglichen Ablagerungen erst seit der Gegenwart des Menschen in diesen Gegenden gebildet worden sind; weil sich nun das Niveau der Meere seit den ältesten historischen Zeiten nicht verändert hat, so müssen sie wohl nothwendig durch eine Hebung des Bodens zu Tage gelegt worden sein.

Die Küsten Schwedens erheben sich allmählig, wie durch die genauesten Beobachtungen dargethan worden ist (§. 21). Als man bei Stockholm einen Kanal grub, so fand man Sand-, Thon- und Mergelschichten, die von ähnlichen Muscheln angefüllt waren, wie die im baltischen Meere lebenden, und fand Trümmerstücke von sehr alten Schiffen; also hat sich

diese ganze, ehemals unterseeische Gegend, wo einige Schiffe untergingen, seit der Gegenwart des Menschen, d. h. seit der Ocean unveränderlich ist, gehoben. Es ist denn nun zur Gewißheit geworden, daß die Muschelablagerung von Uddewalla, 70 Meter über dem Meere, wo man noch die organischen Ueberreste des baltischen Meeres erkennt, und wo Brongniart an Felsen befestigte Seetulpen fand, in Folge einer Hebung des Bodens zu Tage gefördert worden sind. Wir könnten noch von so vielen ähnlichen Ablagerungen, die man an den norwegischen Küsten bis nach Lappland findet, und von vielen andern reden, denen man an den Küsten von England, auf den Inseln des großen Oceans u. s. w. begegnet; aber wir wollen lieber andere Thatsachen anführen.

Wenn man an der Küste von Pozzuoli 7 Meter über dem Meere Ablagerungen von Muscheln, ähnlich den noch im mittelländischen Meere lebenden, sieht, in welchen sich Reste von Töpferwaaren, Bruchstücke von Bildhauerarbeiten finden, und wir überdies noch wissen, daß sich das Niveau des Meeres seit den Phöniciern nicht verändert hat, so liegt es klar am Tage, daß eine seit dem Erscheinen des Menschen auf der Erde Statt gefundene Erhebung des Bodens diese Hügel an das Tageslicht gebracht hat. In Sardinien beobachtet man etwas durchaus Aehnliches; und die Ablagerungen, wo Herr von La-Marmora Spuren von einer beginnenden Industrie fand, schließen außerdem noch Fluß- und Landmuscheln ein. Ferner sieht man in denselben Gegenden sehr hohe Hügel, wovon einige sogar eine Höhe von 700 Meter haben, welche die gleichen, dem mittelländischen Meere angehörenden Muscheln, manchmal sogar noch mit ihren Farben, einschließen, unter denen man aber keine Ueberreste der Industrie findet. Es scheint unmöglich, sich des Gedankens zu erwehren, daß diese letzteren Ablagerungen, gleich den andern, in alten Zeiten gehoben

wurden, und daß sich alle Ablagerungen von derselben Art, die man an den Küsten von Sicilien, Sardinien, den römischen Staaten, von Toscana, Nizza, Frankreich und Spanien antrifft, im gleichen Falle befinden. Die nämliche Folgerung stützt sich auch in der That auf die an den Küsten des Oceans, in Frankreich, England, auf den Antillen, zu Timor, auf Neuholland und an mehreren Inseln des Südmeeres gemachten Beobachtungen. Man bemerkt da Sandküsten mit verschiedenen Höhen, kalkführende Ablagerungen, selbst Kalke, angefüllt von ähnlichen Meeresmuscheln, die in den benachbarten Meeren leben, ferner Austern und an Felsen angewachsene Seetulpen, endlich Polypenbänke, identisch mit denjenigen, welche sich noch täglich bilden, und dies Alles mehr oder weniger hoch über dem Niveau der Meere.

Wenn man im Innern der Länder an den Seiten der Berge und auf den Böschungen längliche Furchen, Aushöhlungen, findet, welche horizontale Linien bilden, so ist man sicher, daß es vormalige Ufer sind, an welche die Meereswogen anschlugen und sie, wie noch heute, entblößten, und die bis zu den Höhen, wo wir sie sehen, gehoben wurden. Dies bezeugen auch die herabgerollten Trümmerstücke jeder Art, die Mineralien, die Gebeine, Muscheln, Madreporen, die man manchmal am Fuße des Abhanges findet, so wie auch die mehr oder weniger zahlreichen Löcher, die noch die Steinbohrer einschließen, welche diese Löcher gebildet haben. Diese verschiedenen Spuren findet man auch ziemlich häufig auf den Kalkgebirgen des südlichen Burgunds, der Franche-Comté, der Bas-Dauphiné, der Provence u. s. w.

**Der Serapistempel.** — Auf Begebenheiten derselben Art bezieht sich das Phänomen des Serapistempels an der Küste von Pozzuoli, welches so viele Widersprüche unter den Geologen hervorgerufen hat.

Von diesem antiken Monumente sind noch drei Marmorsäulen übrig, die aufrecht auf dem Boden stehen, welcher beinahe dem Wasserniveau gleich ist (Fig. 85).

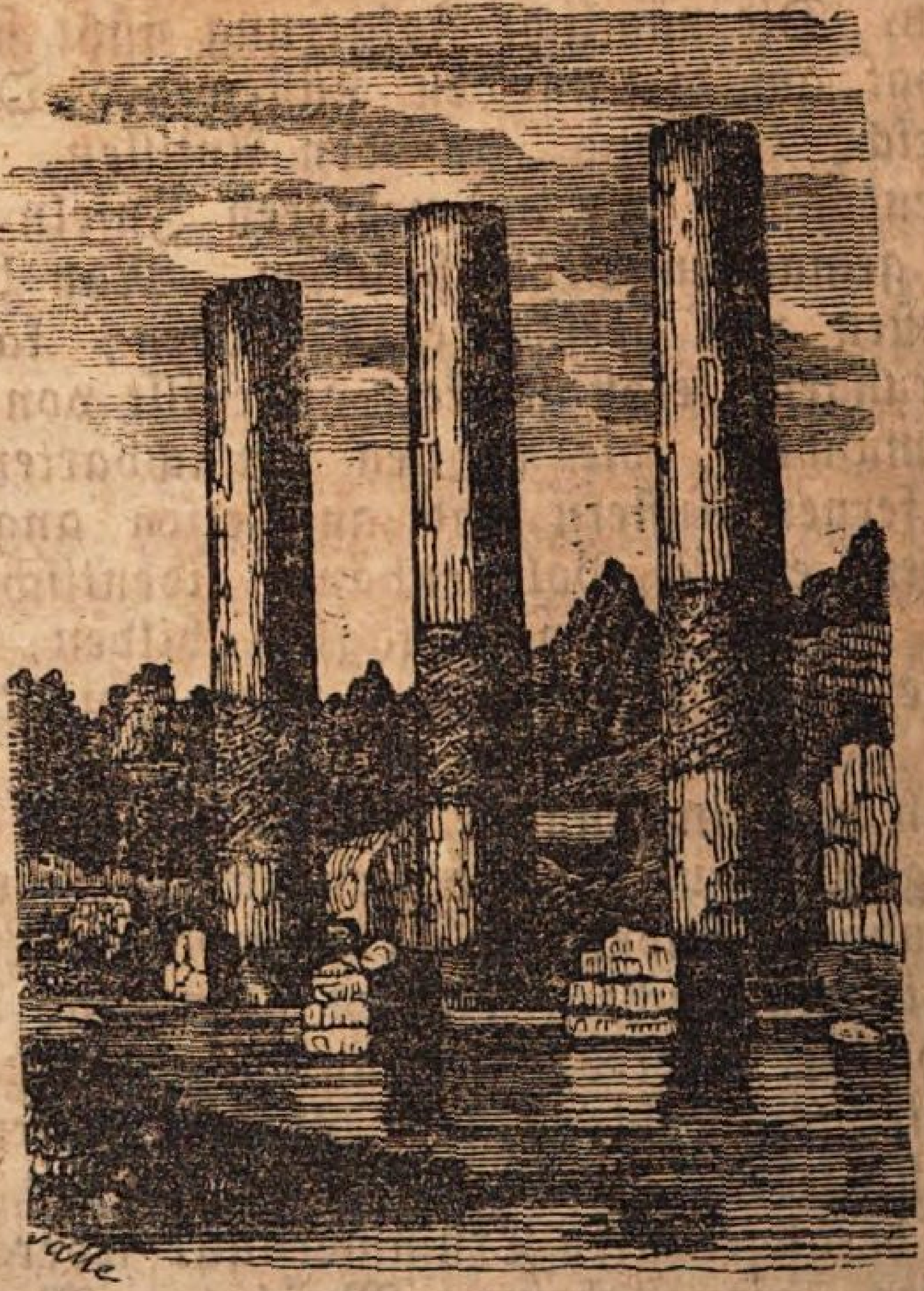

Fig. 85. Serapistempel.

Nun ist es auf der einen Seite nicht sehr wahrscheinlich, daß dieser übrigens mit einem großen architektonischen Aufwand gebaute Tempel auf einem Boden erbaut wurde, der beständig von Wasser bedeckt werden konnte; ebenso wenig ist es wahrscheinlich, daß der antike Weg von Baja, die durch Agrippa errichteten Bauten, mehrere jetzt entweder zum Theil oder ganz unter Wasser befindlichen Alterthümer an dieser Stelle aufgebaut worden sind. Auf der andern Seite zeigen die drei stehen gebliebenen Säulen auf einer Höhe

von 2 Metern eine durch Meerdatteln (Steinbohrer) zerfressene Zone — ein Zerfressen, das nur unter dem Wasser Statt finden konnte. Dieser Tempel also, der gewiß auf einer trockenen Stelle in irgend welcher Höhe aufgebaut wurde, hat sich später fünf Meter tief unter Wasser befunden und ist von Neuem bis zum Meeresniveau aufgestiegen. Weil nun das Niveau des mittelländischen Meeres sich nicht veränderte, so kann man dieses Phänomen einzig und allein nur auf die Schwankungen des Bodens beziehen. Es ist wahrscheinlich, daß sich zuerst der Boden bis zu einer gewissen Höhe gehoben fand und daß hierauf alle jene Alterthümer, von denen wir die Reste sehen, aufgebaut wurden; ferner daß später eine Senkung erfolgte, deren Größe wir nicht kennen, und endlich, daß eine Erhebung von 5 Meter, und an einigen Punkten von 7 Meter, den Tempel wieder trocken legte, während sie die andern Gebäude noch theilweise in Wasser gesetzt ließ: dies beweist denn nun, daß die Einsenkung stärker war, als die letzte Hebung.

**Folgerung.** — Wenn man nun auf diese Weise einsieht, daß sehr ausgedehnte, aus Muscheln, die heutigen Tages in unsern Meeren leben, gebildete Ablagerungen wirklich auf mehr oder weniger bedeutende Höhen gehoben worden sind, wird es nicht im hohen Grade wahrscheinlich, daß dies auch bei allen andern der Fall war? Warum sollte man dies nicht auch von dem Boden der Umgebung von London und Paris, von dem Boden der Ebenen der Gascogne, Oesterreichs, Ungarns, Polens u. s. w. sagen können? Die Muscheln, die man darin findet, sind zwar nicht alle denjenigen analog, die in unsern Meeren leben, aber immerhin finden sich analoge noch in ansehnlicher Menge; auch sind sie in einigen Stellen dergestalt gut erhalten, daß sie ganz frisch eingegraben zu sein scheinen. Und läßt man die Erhebung dieser Ablagerungen

zu, wird man sie nicht auch hinsichtlich der Kreide, von der sie von allen Seiten umgeben sind, ferner hinsichtlich der Jurakalke, welche hierauf folgen und nicht bloß das Juragebirge, sondern auch den größten Theil der französischen Kalkgebirge bilden; und endlich hinsichtlich sämmtlicher Muschelablagerungen, deren organische Reste den unterseeischen Ursprung bezeugen, zugeben können? Als Beleg für diese Ausdehnung des Phänomens werden wir bald alle Verrückungen anführen, die eine nothwendige Folge davon sind.

§. 79. **Einsenkungen verschiedener Ablagerungen.** — Wenn es klar und deutlich bewiesen ist, daß auf der Erdoberfläche Erhebungen Statt gefunden haben, so ist es nicht weniger gewiß, daß es auch an verschiedenen Orten Senkungen gab (§. 19, 22). Nun beweisen auch wirklich die Thatsachen, daß solche Senkungen in verschiedenen Epochen in der Reihe der unsere Continente bildenden Schichten Statt fanden; man bemerkt an mehreren Punkten der französichen und englischen Küsten bei niedrigem Wasserstand sehr ausgedehnte Ablagerungen von ähnlichen Vegetabilien, wie die in unsern Klimaten lebenden, und bemerkt, daß Alles noch den Platz anzeigt, wo sie einst gelebt haben; und dies um so mehr, als man daselbst im Boden noch Wurzeln stecken sieht. Diese Ablagerungen liegen auf erdigen Substanzen, welche von aufeinander geschichteten oder in den torfhaltigen Substanzen zusammengebackenen Blättern bedeckt sind. Man erkannte darin Birken, Nußbäume, Eichen, Tannen, die manchmal kaum verändert sind, Reste von verschiedenen Hirscharten, ähnlich denjenigen, die man in den Torflagern findet; das Ganze ist durch Thonlagen, welche Süßwassermuscheln einschließen, bedeckt. Diese unterseeischen Wälder, wie man sie genannt hat, konnten nur auf einem unbedeckten, mehr oder weniger über den Meeren erhabenen Boden fortkommen; und da sie sich gegenwärtig

unter dem Meeresniveau finden, und nur bei sehr niedrigem Wasserstand unbedeckt sind, so mußte sich wohl der Boden seit der Epoche der jetzigen Vegetation gesenkt haben. Die Schlammschichte von Portland (§. 70), welche Bäume einschließt, die sich noch an ihrem alten Platze befinden, beurkundet das Vorhandensein eines Pflanzenbodens, eines beinahe trockenen Bodens, welcher auf Meeresablagerungen ruht. Diese Schichte ist später durch sehr mächtige Ablagerungen älteren Süßwasserkalkes bedeckt worden, und das Ganze läuft unter dem grünen Sandstein fort, welcher der Kreide vorausgeht und eine Meeresgebilde ist. Es ist also klar, daß in gewissen Oertern eine Erhebung der untern Meereskalke Statt fand, über welchen sich eine Landvegetation bildete; daß hierauf ein See oder ein tiefer Küstensumpf entstand, in welchem sich Kalk-, Sand- und Thonschichten bildeten, die von Flußmuscheln angefüllt sind und die zusammen bisweilen eine Mächtigkeit von 200 bis 300 Meter erreichen. Endlich mußte ein letztes Emporsteigen das Ganze bis zu dem gegenwärtigen Niveau gehoben haben.

Ebenso mußte sich auch der Grobkalk von Paris, den man als Baustein ausbeutet, zuerst in verschiedenen Punkten über das Meer erhoben haben, um sich von einem Süßwassersee bedecken zu lassen, wo sich die Süßwasserablagerungen bildeten; später hat er unter das Meer sinken, um sich mit einer Meeresformation zu bedecken, und von Neuem emporsteigen müssen, um eine zweite Süßwasserformation zu erhalten. Im südlichen Frankreich, am Fuße des großen Rhonethales, mußte der Meerbusen, der sich von Marseille nach Montpellier ausdehnt, ähnliche Schwankungen aushalten, um zwischen den Meeresschichten Süßwasserschichten darbieten zu können.

Wir könnten noch hunderte solcher Thatsachen anführen; allein wir wollen jetzt auf die Eindrücke oder Spuren der Füße und Schritte gewisser

vierfüßiger Thiere (Fig. 86), die man in Heßberg, unweit Hildburghausen in Sachsen, auf den Trennungsflächen (Schichtflächen) gewisser Sandsteinschichten gefunden hat, und auf die Fußeindrücke verschiedener Vögel, die man im Thale des Connecticut in den nordamerikanischen Freistaaten in den nämlichen Schichten fand, übergehen (Fig. 87). Diese Eindrücke beweisen, daß der Boden eine gewisse Weichheit beibehielt, obgleich er theilweise getrocknet war, was durch die Runzeln, die er zeigt, außer Zweifel gesetzt wird, und daß er sich folglich außer dem Wasser befand; die Flötzschichte nun, worauf diese Thiere liefen, findet sich jetzt von einer andern Schichte, welche sich auf ihren Fußspuren abgedrückt hat, sodann durch beträchtliche Ablagerungen derselben Substanzen, die sich nur unter dem Wasser bilden konnten, bedeckt: es mußte also nothwendig der Boden, der zuerst gehoben war, damit die Landthiere darauf gehen konnten, allmählig sich senken, um alle jene abgesetzte Substanzen aufzunehmen, und mußte von Neuem gehoben worden sein, um bis zu der Höhe zu gelangen, wo wir ihn jetzt sehen.

Fig. 86. Fußspuren von Vierfüßlern.

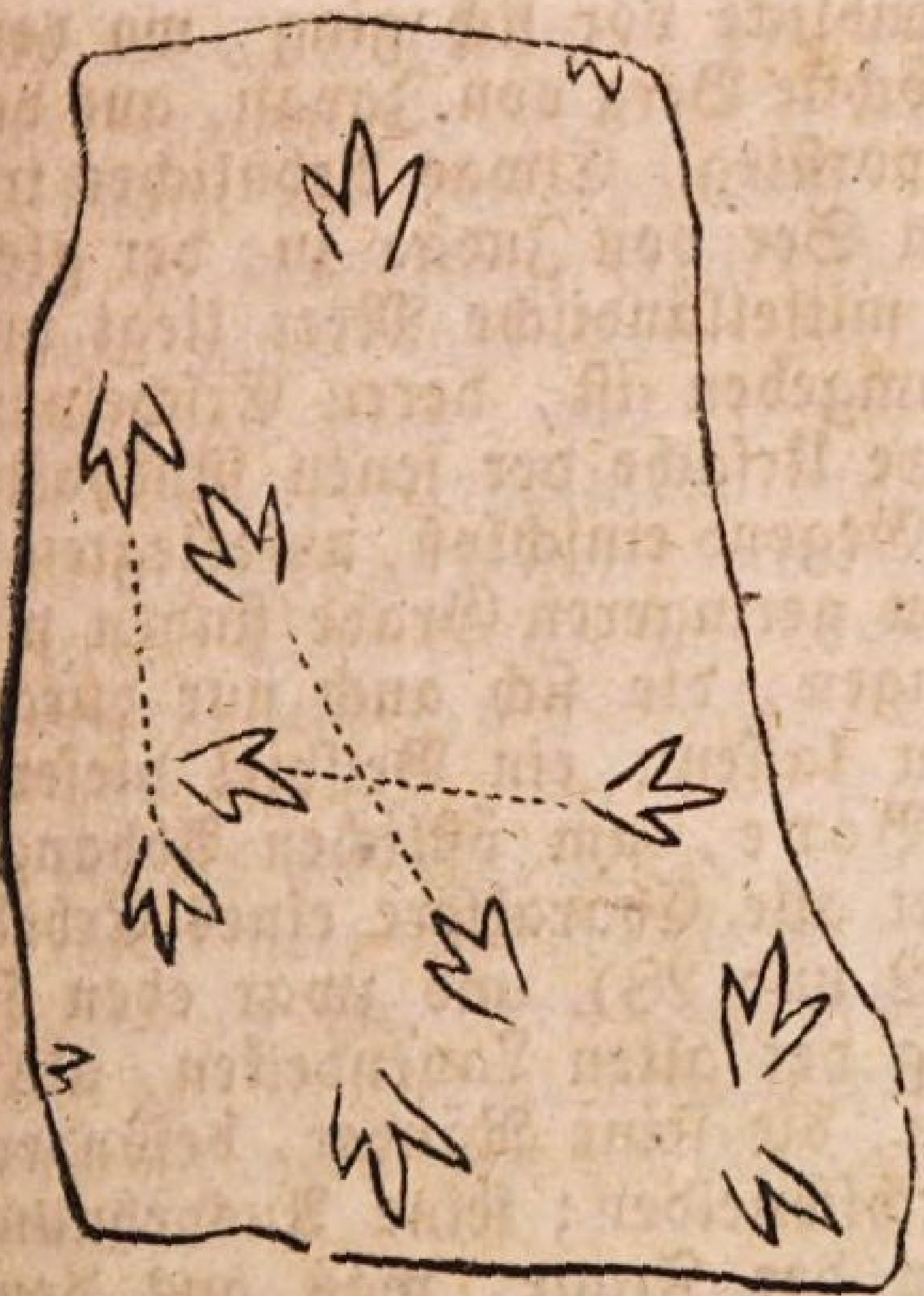

Fig. 87. Fußspuren von Vögeln.

§. 80. **Einsenkung des kaspischen Meeres, Einsenkungskrater.** — Indem wir an neueren Thatsachen (§. 18 bis 22) und an den Erscheinungen, welche die bereits erwähnten vormaligen Ablagerungen darbieten, deutlich sehen, daß auf der Erdoberfläche sowohl Senkungen als Erhebungen Statt fanden, so finden wir uns natürlich veranlaßt, auf gleiche Weise verschiedene Thatsachen zu erklären, die nicht weniger merkwürdig sind. Wenn das Niveau des kaspischen Meeres und dessen ganze Umgebung sich gegenwärtig unter dem Niveau des Oceans befindet (§. 15), so müssen wir glauben, daß dies eine Folge von einer Einsenkung des Bodens ist, die mit der Erhebnng der hohen vulkanischen Spitzen von Innerasien zusammenhängt. Wahrscheinlich verhält es sich hier ebenso, wie bei der Bildung des großen Mitsou-Oumisee auf der Insel Nifon, welche in einer Nacht, im Jahre 286 vor unserer Zeitrechnung,

in dem Augenblicke vor sich ging, wo der Fousi-no yama, der höchste Berg von Japan, aus dem Schooße der Erde emporstieg. Etwas Aehnliches trug sich ohne Zweifel beim See von Judäa zu, der gleichfalls tiefer als das mittelländische Meer liegt und von Trachytbergen umgeben ist, deren Erscheinung vielleicht die mittelbare Ursache der jenen sündhaften Städten, welche diese Gegend einschloß, auferlegten Strafe war.

In einem geringeren Grade finden wir viele andere Wirkungen, die sich auch nur durch Einsenkungen erklären lassen: ein Beispiel dieser Art ist das Val del Bove, am östlichen Abhang des Aetna. Dieses bietet alle Charaktere eines Erhebungskraters dar (Fig. 22 und 28), und zwar eben so sehr wegen der Neigung der alten Lavendecken, als auch wegen der Spalten, die seine Ränder, besonders am untern Theile, durchschneiden; seine Ausdehnung aber führt natürlich zu der Frage, was aus den Substanzen geworden ist, die den Mittelpunkt ausfüllten. Hier kann man nun, wie an vielen andern Orten, sich die Sache nicht anders als durch ein Einsinken erklären (§. 33); man kann sie sogar vermittelst einiger, noch mitten aus den später gebildeten Schuttdämmen hervorragenden Zeugen motiviren. Ein vollkommen ähnlicher Umstand zeigt sich uns in dem von Leopold von Buch beschriebenen Val Taoro, welches sich am Fuße des Pic von Teneriffa, wie das Val del Bove am Fuße des Aetna befindet.

Auf die Versenkungen kann man auch die Bildung gewisser trichterförmiger, tiefer See'n beziehen, die nicht mehr die Charaktere der Erhebungskrater zeigen, sondern vielmehr die der Erdfälle, die sich in einem Boden bilden, der auf irgend einer ausgehöhlten Weitung liegt. Dies sind z. B. der Pavensee am Fuße der Trachytmassen des Mont-Dore; mehrere See'n in den Vogesen, in Mitte von Granit- und Porphyrbildungen; endlich die See'n, welche

das Plateaux der Eifel bedecken, und die man häufig auch mit dem Namen Kratersee'n bezeichnet hat. Die letzteren haben das Eigenthümliche, daß sie, dem Boden gleich, in schieferigen Gesteinen vorkommen, deren Schichten nicht aus ihrer Stelle gewichen, oder eher manchmal gegen das Innere der Höhle eingesenkt sind. Diese Verhältnisse kann man auch nur durch Einsenkungen erklären, die manchmal auf eine ziemlich große Tiefe hinein mit dem Innern der Erde communiziren, um den Schlacken, die man am Rande herum und bis auf mehr oder weniger große Entfernungen hinaus zerstreut findet, einen Ausgang zu verschaffen: man sieht dies um die Krater der Eifel herum, die mitten in Schiefern eingegraben sich finden; ferner um den in Granit befindlichen Gourh de Tazana, an den Gränzen von der Auvergne und von Bourbonnais ꝛc.

Wie staunenswerth auch diese Einsenkungen scheinen könnten, so sind sie doch nicht außerordentlicher, als diejenigen, die sich bei den Erdbeben von Calabrien bildeten (§. 18); ferner als diejenigen, welche auf den Azoren auf St. Michael, im alten Cäsarea von Cappadocien Statt fanden, und endlich als alle diejenigen, die man in verschiedenen Chroniken aufgezeichnet findet. Die Einsenkungen des Pic der Molukken, des Carguaraizo, des Papandayan ꝛc. (§. 33), zeigen uns hinlänglich das, was im natürlichen Lauf der Dinge geschehen kann, um uns die Wirkungen begreiflich zu machen, die in den verschiedenen Phasen unseres Planeten hervor gebracht worden sein können.

Wir bemerken noch, daß, wenn in den Südmeeren eine große Anzahl Inseln ihren Ursprung Madreporenriffen und den Erhebungen des Bodens, wodurch sie bis zu einer mehr oder weniger beträchtlichen Höhe über die Meere gehoben worden sind, zu verdanken scheinen, so gibt es wiederum andere, die man als

Reste vormaliger Continente, deren größter Theil unter das Wasser hinabgestiegen wäre, zu betrachten versucht ist. Dies sind solche Inseln, wo eine gewisse Anzahl besonderer Thiere leben, die man nicht sonst wo findet, und von denen man alsdann nicht weiß, wo sie hergekommen sein sollten, wenn man die Erhebungen zuläßt, noch wie sie von einer Insel zur andern kommen konnten, wenn sie mehreren gemein sind. Die Hypothese von der Senkung hat vielleicht weniger Schwierigkeiten, weil alsdann diese besonderen Wesen die Ueberbleibsel einer Fauna sein würden, die sich auf den theilweise untergegangenen Continenten vorfand. Diese von mehreren Naturforschern zugelassene Betrachtungsweise ist den geologischen Beobachtungen nicht entgegengesetzt und könnte sich sogar auf viele derselben stützen; aber es bleibt noch zu wissen übrig, in welcher Uebereinstimmung sie mit den örtlichen Thatsachen steht, die wir später kennen lernen werden.

## Aufrichtungen und Verrückungen, die man den Hebungen zuschreibt.

§. 81. **Warum man Aufrichtungen zulassen muß.** — Es ist bereits davon die Rede gewesen, daß die unter den Wassern gebildeten sandigen und Muschelablagerungen sich in merklich horizontalen Schichten zeigen (§. 62 bis 64). In dieser Weise finden wir sie auch in der That häufig auf der Erdoberfläche, sogar auf sehr großen Räumen, und bemerken alsdann, daß die abgeplatteten Geschiebe, die verrückten, verschobenen Schalen von Austern oder andern Muscheln flach niedergelegt sind und die thurmförmigen Muscheln ihrer Länge nach liegen; lauter Umstände, die mit den Begriffen von einer langsamen Bildung durch Substanzen, die bloß der Wirkung der Schwerkraft überlassen sind, vollkommen

übereinstimmen. Doch sehen wir diese Ablagerungen in gewissen Theilen ihrer Ausdehnung mehr oder weniger geneigt, sogar senkrecht aufgerichtet und manchmal ganz umgestürzt; sie behalten alsdann nichts desto weniger sämmtliche Charaktere bei, die ihre ursprüngliche horizontale Lage beweisen, denn die Muschelüberreste und die Geschiebe, die sie einschließen, finden sich darin noch parallel mit den Schichtflächen. Ferner bestehen Ablagerungen, welche Achatgeoden einschließen, in denen man Stalaktiten sieht, deren Axe mehr oder weniger geneigt ist (Fig. 88), was der Art und Weise, wie sich diese Arten von Formen bilden, direkt entgegengesetzt ist (s. Mineralogie). Daraus geht hervor, daß die geneigten Ablagerungen sich nicht in der Stellung oder Lage, in der wir sie sehen, gebildet haben, weil einerseits die Muschelüberreste und die Geschiebe umgestürzt wären, um sich in ein stabiles Gleichgewicht zu setzen oder an den Fuß des Abhanges hinabgerollt sein würden, und weil anderseits sich die Stalaktiten nach der Vertikale gebildet hätten. Diese letztere Beobachtung besonders beweist uns auch wirklich, daß die Schichten zuerst eine horizontale Lage inne hatten (Fig. 89), und daß sie erst nach ihrer Bildung aus dieser Lage gerückt worden sind; dies ist nun eine der großen geologischen Erscheinungen, deren Ursachen wir auszuforschen haben.

Fig. 88.

Fig. 89.

Bei diesem Studium haben wir an den Wirkungen, die theils durch die Erdbeben erzeugt worden, theils aus den vulkanischen Erscheinungen hervorgehen, einen Vergleichungspunkt. Auf der einen Seite können die

im Boden bis zu einer gewissen Tiefe erzeugten Spalten oder Risse nur die Wirkung einer Erhebung des Bodens sein, denn das Auseinandertreten der Theile geht hier weder aus der Vertrocknung noch aus der Erkaltung hervor, die ein Zusammenziehen, ein Kleinerwerden der Masse erzeugt haben könnten. Auch bemerkt man in der Nähe der Risse oder Spalten, daß der Boden sich hier nicht mehr mit dem übrigen Boden der Gegend in derselben Ebene befindet, sondern mehr oder weniger gewölbt ist, und daß oft ein Theil höher ist als der andere (§. 18). Wenn nun der Boden gehoben worden ist, so müssen nothwendig auch die untern Schichten aus ihrer Lage gerückt worden sein; wenn sich daher eine geradlinige Spalte in einem Boden mit horizontalen Schichten bildet (Fig. 8), so finden sich oft die Schichten in ihrer ganzen Länge auf der einen und andern Seite, wie die beiden Seiten eines Daches geneigt. Wenn sich mehrere divergirende Spalten bilden (Fig. 9), so müssen die getrennten, abgerissenen Stücke des Bodens symmetrisch um die Erhebungsaxe herumliegen.

Auf der andern Seite kennen wir auch die Erscheinungen an dem Monte-Nuovo (§. 26), der sich erst gehoben hat, dann an der Spitze geborsten ist, und der uns jetzt um seine Axe herum alle Schichten zeigt, die sich in Campanien in einer horizontalen Lage finden. Endlich sind uns auch Schichten bekannt, die sich um das Centrum der vulkanischen Thätigkeit auf Santorin gehoben haben, und alle Thatsachen gleicher Art, die wir an sehr vielen Orten sehen, wo die vulkanische Thätigkeit sich noch in unsern Tagen äußert.

Wenn wir nun finden, daß alle geneigten Schichten, die wir auf der Erdoberfläche bemerken, auf die eine oder andere Disposition bezogen werden können, so werden wir mit Recht daraus den Schluß ziehen dürfen, daß sie durch die gleichen Ursachen gehoben

worden sind; dies ist nun gerade das, was wir überall wahrnehmen.

§. 82. **Rücken, Wechsel.** — Wir haben gesehen, daß, wenn sich eine Spalte bildet, es oft der Fall ist (§. 18), daß ein Theil des Bodens sich höher als der andere befindet, sowohl wenn die Spalte offen bleibt (Fig. 11), als wenn sie sich plötzlich wieder schließt (Fig. 12). Dasselbe zeigt sich nun sehr häufig auf der Erdoberfläche, und es ist zu vermuthen, daß sie durch einen ähnlichen Umstand, d. h. durch eine Hebung hervorgebracht wurden. Die Schichten sind dann nach der einen und andern Seite geneigt (Fig. 90) und es findet sich der eine Theil mehr oder weniger über den andern gehoben; an der Stelle, wo sie sich vereinigen, entdeckt man zuweilen bei unterirdischen Arbeiten entweder eine offene oder von Kies (Trümmerstücken) erfüllte Spalte, oder findet man einen leichten Riß, oder zum wenigsten eine Trennungsfläche, deren Ebenen glatt und manchmal polirt oder senkrecht gestreift, gefurcht sind, was eine geschlossene Spalte, ein Herabgleiten des einen Theiles über den andern anzeigt. Diese Verhältnisse sind mit dem Namen Rücken, Wechsel ꝛc. bezeichnet worden; sie finden sich überall und stellen alsdann Kämme dar, die sich auf sehr großen Räumen, beinahe geradlinig, zuweilen da und dort unterbrochen, ausdehnen; aber immer finden sich die verschiedenen Theile in der nämlichen Richtung. Es gehen daraus mehr oder weniger hohe Berggruppen hervor, die auf der Erdoberfläche ziemlich häufig sind, und wovon die Vogesen, das Jura-

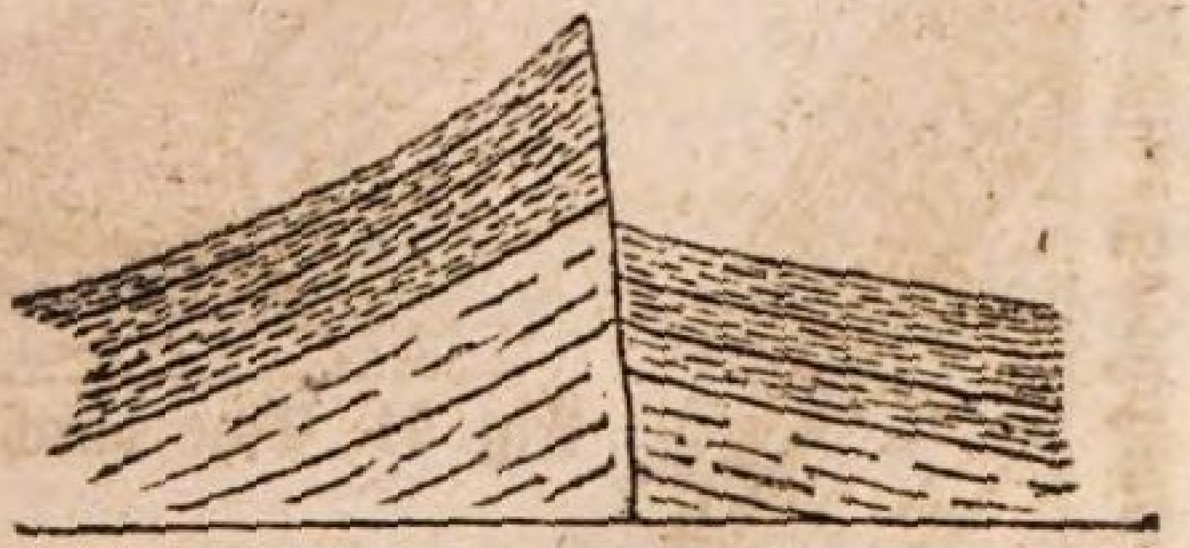

Fig. 90. Ein Beispiel von Rücken oder Wechsel.

gebirge, die Alpen, die Cevennen rc., sehr viele Beispiele darbieten.

Wenn sich die Rücken, Wechsel einerseits auf der Oberfläche des Bodens durch mehr oder weniger erhobene Gräte aussprechen, so entdeckt man sie anderseits auch im Innern der Erde, durch die Veränderungen, die sie in den Schichten oder den Gängen, welche man für die Bedürfnisse der Künste ausbeutet, verursacht haben. So finden sich z. B. in der Steinkohle eine und dieselbe Schichte (a, b, c) des Brennstoffes (Fig. 91) manchmal dergestalt aus ihrer Lage

Fig. 91. Eine durch sogenannte Wechsel verrückte Schichte.

Fig. 92. Eine Verrückung, die einer einzigen Schichte das Aussehen von mehreren gibt.

verrückt, daß der Bergmann, nachdem er sie in einem Theil ihrer Richtung, z. B. von d bis c abgebaut hat, sie plötzlich geendigt findet; und er würde auch alsbald alle Arbeiten einstellen, wenn ihn die Erfahrung nicht gelehrt hätte, daß man die Ablagerung entweder oberhalb oder unterhalb der Stelle, wo sie plötzlich aufgehört hat, wiederfinden könne. Manchmal sind aus diesen Verrückungen unheilvolle Irrthümer für die Spekulationen hervorgegangen, wenn man auf der Oberfläche des Bodens verschiedene Zutagestreichungen (a, b, c, d) (Fig. 92) sah, und daraus auf das Vorhandensein von eben so vielen verschiedenen Schichten mit einem großen Anschein von Reichthum schloß, für die man

zum Voraus alle möglichen Geldopfer bringen könnte, während diese verschiedenen Schichten nur eine und dieselbe Schichte war, die durch aufeinanderfolgende Wechsel oder Rücken aus ihrer natürlichen Lage gebracht waren und zu verschiedenen Höhen aufstiegen.

§. 83. **Kraterförmige Bildung.** — Indem uns die bekannte Bildung des Monte-Nuovo ein deutliches Bild von der Erhebung der Schichten gibt, welche seine kraterförmige Höhlung darbietet, finden wir uns veranlaßt, auch den Erhebungen, deren Epochen uns unbekannt sind, die Struktur mehreren andern Hügeln dieser Gegend zuzuschreiben, z. B. die der Solfatara von Pozzuoli, von Camoldoli, Astronie ꝛc., wo die Schichten gegen die Are der Vertiefung, die man im Mittelpunkt findet, gehoben sind. Bei diesen Hügeln zeigt der Grund der Höhlung, besonders bei dem von Astroni (Fig. 93), die Spitze eines Trachyt-

Fig. 93. Eine kraterförmige Bildung mit einem Trachytkegel in der Mitte.

domes, welcher, indem er wie auf Santorin aufstieg, das Aufrichten der Schichten der umgebenden Bimssteintuffe erzeugt hat. Diese Hügel mit Kratern erklären unmittelbar alle diejenigen der phlegräischen Felder, die an ihrer Spitze ausgefüllt sind, aber deren sämmtliche Schichten sich gleichfalls um eine Are herum erheben (Fig. 94); wahrscheinlich findet sich an ihrer Basis auch irgend eine Kegelspitze, die sich aber nicht mit so viel Gewalt erhoben hat, daß sie

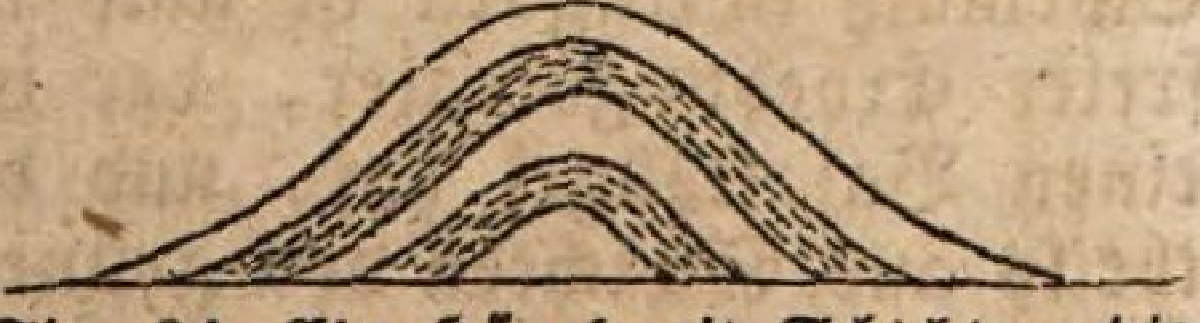

Fig. 94. Ein Hügel mit Schichten, die gegen die Spitze aufsteigen.

den Gipfel des Berges durchbrechen konnte. Bemerkenswerth ist es, daß diese einzeln stehenden Hügel auf gleiche Weise in einer Richtung, gleichsam nach der Schnur, auf einander folgen, was Spalten anzuzeigen scheint, auf deren Richtung sie, wie bei den thätigen Vulkanen (§. 40), geschmolzene Massen auszubrechen suchten.

In einem größeren Maßstabe finden wir ähnliche Umstände an vielen Orten. Am Cantal und Mont-Dore finden sich Basalt- und Trachytablagerungen (siehe Mineralogie), die nur auf einem horizontalen Boden gebildet worden sein können (§. 41), um einen oder mehrere Mittelpunkte gehoben, wobei sie an der Stelle, wo sie convergiren, ein mehr oder weniger ausgedehntes kraterförmiges Becken übrig lassen oder um einen mehr oder minder hervorragenden Trachytdom aufsteigen (Fig. 95), wie z. B. der Pic

Fig. 95. Um einen Trachytdom herum aufgerichtete Decken.

von Teneriffa über die ihn umgebenden Abhänge. Ebenso stellen Granitmassen, z. B. bei dem Weiler Pal in der Nähe von Montpezat im Vivarais, Kreise dar, in deren Mitte sich Basalt- oder Schlackenhügel, die ohne Zweifel nach dem ersten Ausbruch erschienen sind (wie am Monte Nuovo und auf der Insel St. Georges) (§. 25), erheben. Das Becken von Schemnitz in Ungarn ist auch nur ein weiter, beinahe freier Erhebungskrater, der in seinem Centrum nur einen Basalthügel hat, und dessen Umfang größtentheils aus Schichten von grünem Porphyr besteht, die sich auf allen Seiten erhoben haben. Andere Porphyre bilden gleichfalls einen Kreis, dessen Spitzen

rings um den Elburs, den höchsten Trachytberg des Kaukasus, mit Schnee bedeckt sind. In allen diesen Fällen findet sich die Masse des kreisrunden Gürtels von tiefen Thälern durchschnitten — ein wechselseitiges Resultat der Erhebung. Diese Thäler erinnern an die Barancos von Palma (§. 32); diese Durchbrüche zeigen mit einem Worte alle Charaktere der Erhebungskrater.

Aber diese Verhältnisse sprechen sich nicht bloß in Gegenden aus, welche Basalte, Trachyte, Schlacken und Bimssteine aufweisen; nicht weniger häufig kommen sie an verschiedenen Oertern vor, wo die Beschaffenheit, die Natur der Felsarten in keiner Hinsicht an die gewöhnlichen Vulkane erinnert. Vorerst sieht man mitten in den Alpen Kalksteine, Schiefer und verschiedene andere Gebirgsarten durch ihre aufgerichteten Schichten einen weiten Kreis bilden, in dessen Mitte sich der Montblanc, beinahe wie der Pic von Teneriffa in seinem Basaltgürtel, erhebt. Weiter gegen Westen im Oisan stellt der Kreis, welcher den Weiler von der Berard umgibt, und welcher von Elie de Beaumont so trefflich beschrieben wurde, durch die Stellung seiner gehobenen Gneißschichten (s. Mineralogie), durch seine Spalten im Umfange und durch das einzige Thal, durch das man eintreten kann, die bestimmtesten Charaktere dar, die man an den Erhebungskratern beobachtet. Die Kreise, die sich in dem oberen Theil der meisten großen Thäler der Alpen finden, bieten noch ähnliche Umstände, d. h. Schichten dar, die auf allen Seiten gegen ihre Mittelpunkte aufsteigen, manchmal aber, wie z. B. am Fuße des Mont-Rosa, durch massige Gesteine, wo die Schichtung verschwindet, unterbrochen sind. Ueberall begegnet man in den verschiedenen Graniten und Porphyren ähnliche Kreise, deren schroffe Wände durch mehr oder weniger tiefe Thäler durchschnitten sind, deren Mitte durch einen See ausgefüllt ist, und wo

die großen Flüsse ihre Quellen haben; dies sieht man in den Vogesen, am Fuße der Kuppen (Ballons), in der Morvankette, im Tarare-Gebirge 2c. Manchmal finden sich auf diese Weise Hügel von schwarzem Porphyr oder Malaphyr in der Mitte eines Beckens, um welches rings herum die Schiefer- und Kohlensandsteinschichten gehoben sind, wie z. B. zu Bischweiler in den Vogesen u. s. w.

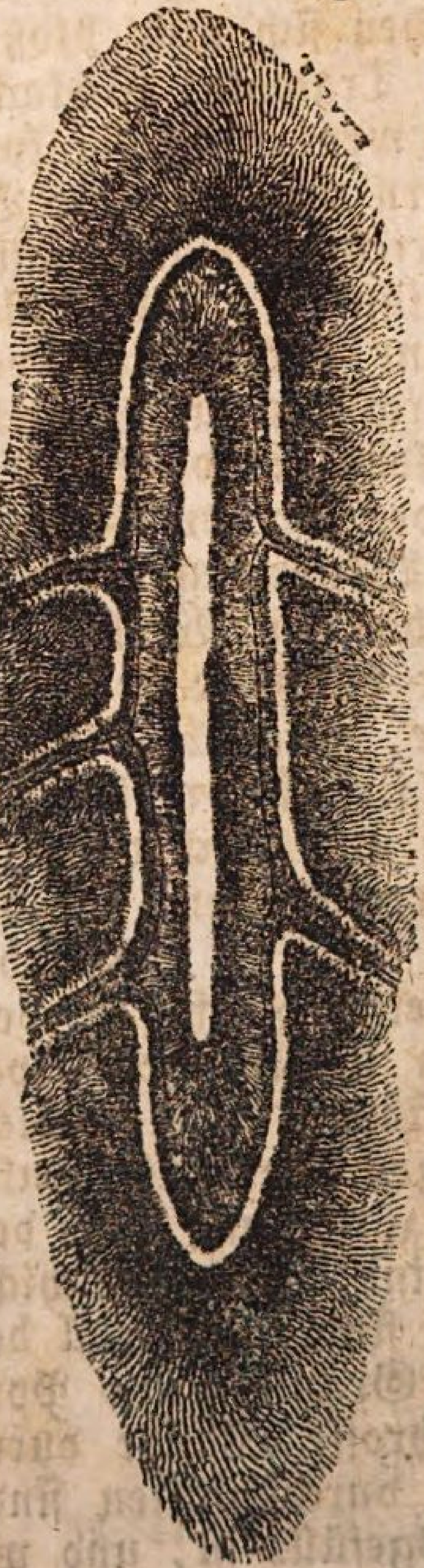

Fig. 96. Plan eines Erhebungskraters in den Kalkformationen.

Die Gegenden, wo der Kalk vorherrscht, sind nicht mehr als die andern von diesen Verhältnissen ausgenommen: nur sind die kraterförmigen Vertiefungen, anstatt beinahe kreisrund, wie die bereits angeführten, gewöhnlich elliptisch und selbst manchmal sehr lang gestreckt, was man besonders im Juragebirge sieht. Diese länglichen Bildungen dehnen sich, wie die Spalten, in manchen Fällen auf sehr große Entfernungen aus und haben in ihrer Richtung längliche Hügel gebildet, die unter sich in einer Linie hinlaufen, und da und dort höhere Spitzen zeigen. Diese Spitzen sind in der Regel zerrissen und stellen die sogenannten geschlossenen Thäler oder die Erhebungsthäler dar (Fig. 96), die aber in der That nur Erhebungskrater sind.

Es wird nicht unnütz sein, wenn man bemerkt, daß die Risse der Kalkgebirge nicht immer die Einförmigkeit der Krater, die wir bis jetzt angegeben

haben, darstellen, sondern daß es in dieser Beziehung viele Abänderungen gibt. An dem einen Orte geschieht es, daß auf der einen Seite die zerrissenen Schichten zurückgeblieben sind, während sie auf der andern gehoben wurden: das Zerrissensein zeigt sich alsdann im Vertikalschnitt, wie z. B. Fig. 97. An einem andern Orte erscheinen die obern Schichten, wie in horizontaler Richtung zurückgeschoben, und da sich die untern wölbten, ohne zu zerreißen, so sind daraus Bildungen hervorgegangen, wie die in Figur 98. Unter den gehobenen Schichten finden sich oft solche, die sich sehr leicht zersetzen und deren Vorsprung sich in kurzer Zeit umgestürzt findet, wodurch der Sturz der festen Schichten herbeigeführt wird; es gehen daraus Felsengräte hervor, die mit einander parallel laufen und durch kleine Thäler getrennt sind, in denen

Fig. 97.

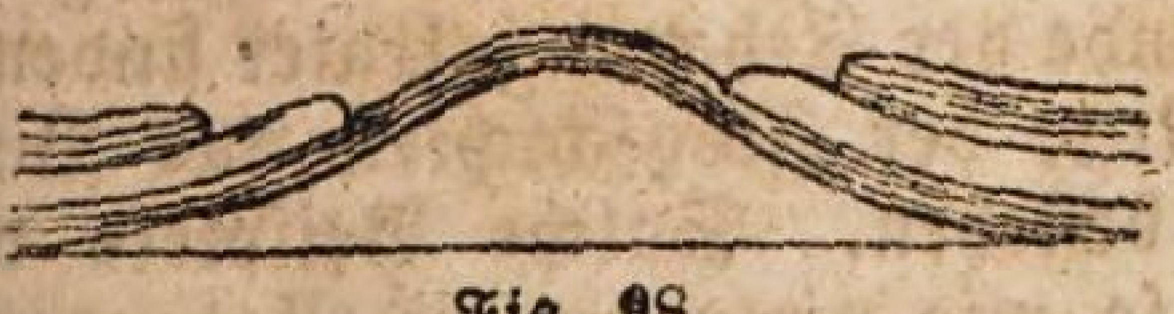

Fig. 98.

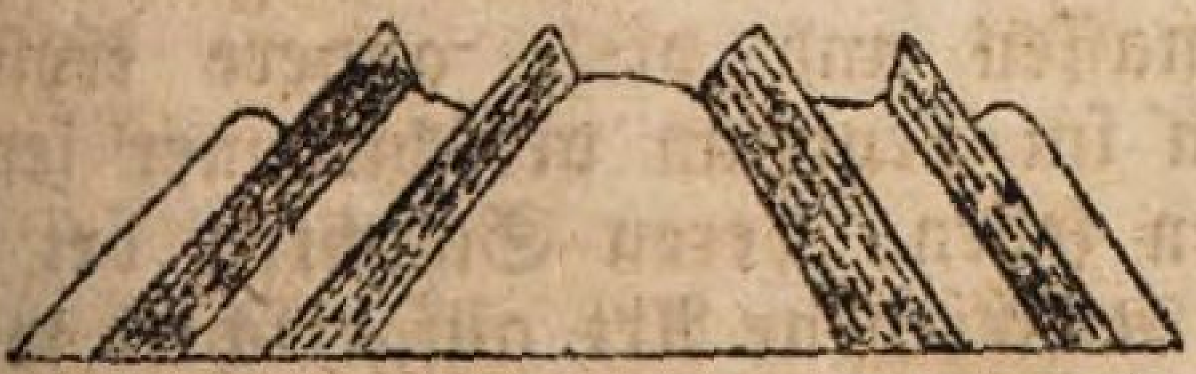

Fig. 99.

Fig. 100.

Verschiedene Bildungen der Erhebungskrater in den Kalkgebirgen.

sich die Regenwasser ansammeln, und die sich mit Pflanzen bedecken: die allgemeine Gräte des Gebirges zeigt sich in diesem Falle wie Fig. 99. Manchmal stellt auch die Spitze bloß eine Masse von Kalksteinblöcken dar, die auf einander gehäuft, aber so in Linien zusammengestellt sind, wie wenn man sie nach der Natur des Gesteins vereinigt hätte. Endlich machen wir auch die Bemerkung, daß, wenn sich zwei parallele Erhebungen gebildet haben, wie in Fig. 100, manchmal ein Theil a des Bodens sich mit gehoben findet, der dann den höchsten Punkt des ganzen Gebirges bildet, wobei er das Aussehen einer Wiederholung gewisser Schichten in derselben Ablagerung hat.

Der Centraltheil der gehobenen Masse ist entweder aus ähnlichen Stoffen gebildet, wie diejenigen, woraus der Boden wesentlich besteht, oder ist er gänzlich davon verschieden. Hinsichtlich des ersten Falls kennen wir Beispiele in den Erhebungen, die wir in den Kalksteingebilden angeführt haben; was den zweiten Fall betrifft, so haben wir bereits der Trachythügel Erwähnung gethan, die sich in den phlegräischen Feldern im Grunde der Erhebungskrater finden (Fig. 93), welche in Mitte der Flötzschichten aus Bimssteinconglomeraten bestehen. Solche Beispiele weisen auch die Alpen, so wie viele andere Gegenden, auf, wo wir Granitmassen und viele andere krystallinischen Gebirgsarten im Centrum verschiedener sedimentären Ablagerungen sehen, deren Schichten bei ihrem Erscheinen auf verschiedene Art aufgerichtet worden sind. Wir werden später den Werth dieser Thatsachen aus einander setzen.

§. 84. **Erhebung und Biegung ohne Trennung.** — Wenn gleich das Aufrichten der Schichten oft mit Zerreißen oder Zerbrechen derselben verbunden ist, so gibt es doch auch viele Fälle, wo dasselbe ohne bemerkbare Trennung geschieht. Wir haben es schon an

den einzelstehenden kleinen Hügelchen der phlegräischen Felder (Fig. 94) bemerkt, und sehen es auch auf den mehr oder weniger beträchtlichen Strecken, welche alsdann mehr oder weniger hervorspringende Abhänge oder gegeneinander geneigte Linien darstellen, gebildet durch Schichten, die wie die beiden Abhänge eines Daches auf beiden Seiten aufsteigen: dieser Umstand bietet noch Wirkungen dar, die man denjenigen vergleichen könnte, welche die Spalten zeigen; die aber an Schichten sich äußern, welche wie die im Mittelpunkt der vorhergehenden Figuren liegenden Substanzen bis zu einem gewissen Grad biegsam sind. Sehr viele Beispiele dieser Art werden uns durch die Berge des Jura dargeboten; man sieht oft daselbst verschiedene derartige parallele Kämme, welche schon durch die einfachsten Karten sehr deutlich angegeben werden und mehr oder weniger breite Thäler zwischen sich lassen, auf deren beiden Abhängen sich die Schichten gehoben finden. Daraus gehen nun große Schichtenwellen hervor, die man überall an den schroffen, durch die verschiedenen Risse oder Spalten erzeugten Abhängen antrifft, welche an sehr vielen Orten die Kämme quer durchschneiden. Diese in der Fig. 101 dargestellten großen wellenförmigen Biegungen werden nur durch die schon vorhin angegebenen kraterförmigen Aushöhlungen der Gipfel unterbrochen.

§. 85. **Falten schiefriger Schichten.** — Die Biegungen lassen sich auch unter andern Verhältnissen wahrnehmen, wo es scheint, daß die Schichten bei einem gewissen Zustand von Biegsamkeit oder vielleicht bei einem teigartigen Zustand eher von zwei entgegengesetzten Richtungen her zusammengedrückt, als gehoben worden sind. Zu dieser Idee wird man auch wirklich durch gewisse Thatsachen veranlaßt, die man in den Ablagerungen von Stoffen mit einer Schieferstruktur beobachtet. Es ist oft der Fall, daß die Blätter dieser Ablagerungen nicht mehr in einer

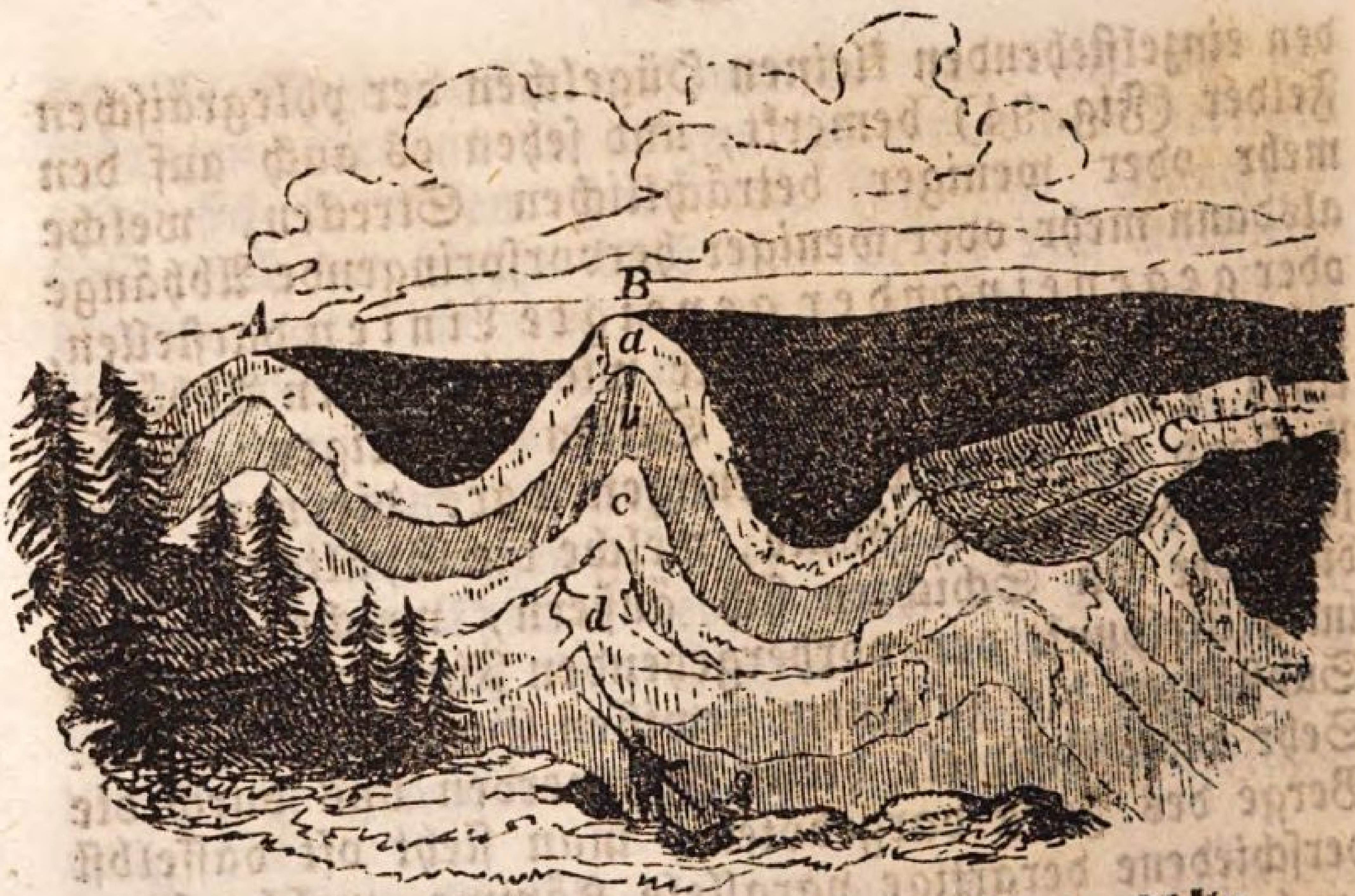


Fig. 101. Biegungen im Jura. Faltenförmige Thäler.

und derselben, entweder horizontalen oder schiefen Ebene fortsetzen, sondern sich dagegen alle im hohen Grade gebogen finden, ohne dabei ihren Parallelismus zu verlieren, oder in mehr oder weniger spitzen Zickzacken gebogen sind (Fig. 102). Die Idee von

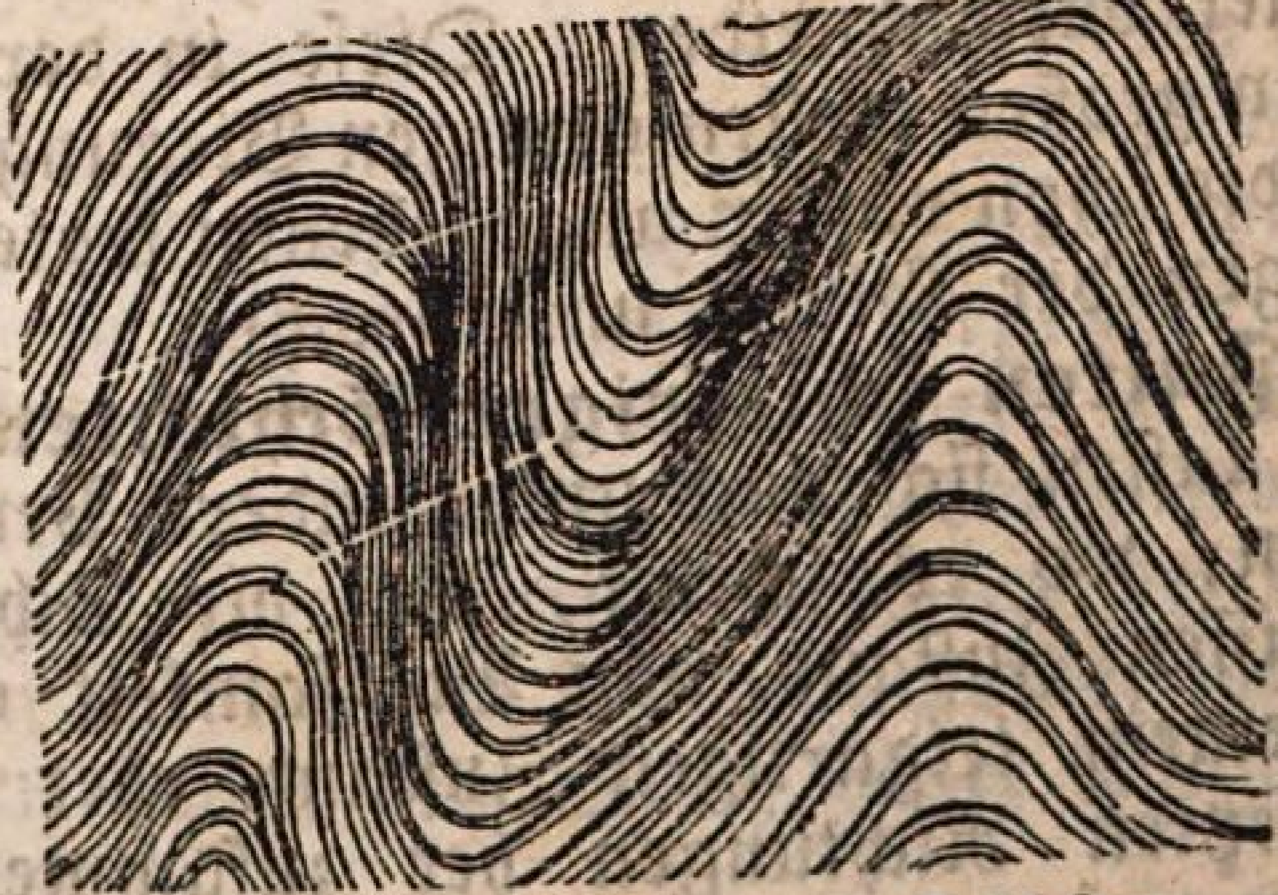

Fig. 102. Biegung der Schiefer.

der Ursache einer solchen Faltenbildung wurde früher durch James Hall zur Evidenz erhoben, welcher, nachdem er angefeuchtetes Thongeschiebe aufeinander gelegt

und es durch ein gewisses Gewicht beschwert hatte, das Ganze von der Seite her zusammendrückte. Sämmtliche Schichten bogen sich, wie er sich's dachte, zugleich und nahmen eine ganz ähnliche Lage an, wie die der Schieferablagerungen, die er beobachtet hatte. Das nämliche Resultat erhält man bei hinlänglich erweichten Blättern von dünner Pappe, und die noch überdies den Vortheil gewähren, daß sie, nachdem sie trocken geworden, die während des Experimentes angenommene Form beibehalten.

Häufig bemerkt man in der Steinkohle vollkommen analoge Verhältnisse; sämmtliche, sowohl Thon- als Kohlenschichten, dieser Ablagerung finden sich zugleich und oft unter sehr spitzen Winkeln (Fig. 103) gebogen:

Fig. 103. Biegung der Steinkohlen.

diese Beobachtung macht man auf eine sehr bemerkenswerthe Art besonders in den Steinkohlenlagern der Gegend von Mons in Belgien.

Wie haben nun aber diese Zusammendrückungen Statt gefunden? Dies müßte man gleichsam für jede Lokalität besonders erklären; indessen begreift man, daß in einer Ablagerung mit geneigten Schichten, deren Masse von unten nach oben gestoßen wird, der obere Theil mit seinem ganzen Gewicht auf den untern Theil drückt, und daß die Schichten jenes oberen,

zwischen zwei entgegengesetzten Kräften liegenden Theiles sich untereinander biegen können, im Fall sie hinlänglich biegsam sind. Da geschmolzene Massen oft mit großer Gewalt in die Ablagerungen der Sedimentgebilde eingedrungen sind, so begreift man auf der andern Seite, daß daraus seitliche Zusammendrückungen entstanden sind, welche die nämlichen Wirkungen hervorgerufen haben.

§. 86. **Entstehung der Thäler.** — Wenn die Gebirge nach den so eben von uns gemachten Bemerkungen in der That nur die Resultate von Trennungen sind, die durch die Kraft innerer Agentien auf der Erdoberfläche stattgefunden haben, so können uns die Thäler keine Schwierigkeit mehr darbieten. Die Ideen, die man sich zuerst über ihren Ursprung bildete, hatten das Ausgraben durch die zerfressende Kraft des Wassers zur Grundlage; da alsdann die Berge schon vorher gebildet gewesen sein mußten, so ist es klar, daß die Gewässer immer den natürlichen Abhang des Bodens in ihrem Lauf hätten verfolgen und ihn einzig und allein in dieser Richtung hätten durchfurchen müssen; wenn sie durch ein Hinderniß oder in einem Becken aufgehalten waren, so hätten sie vorzugsweise die Sand- und Kiesablagerungen durchschneiden und sich an der niedersten Stelle ergießen müssen.

Nun sehen wir aber gerade das Gegentheil; die Thäler verfolgen in ihrem Verlaufe im Allgemeinen nicht den wirklichen Abhang des Bodens; gewöhnlich haben sich die Gewässer nicht am tiefsten Theil des Beckens ergossen, noch haben sie sich durch einen lockeren Boden Bahn gebrochen. Man sieht in der That nicht ein, warum die Mosel sich nicht in die Seine ergießt und dabei den natürlichen Abhang des Bodens verfolgt, und warum sie dagegen die Ardennen durchschneidet; warum der Rhein sich gegen Mainz wendet und lieber einen festen Boden durchbricht,

als daß er seine Richtung durch einen tiefer gelegenen und lockeren Boden verfolgt, um sich in die Weser zu ergießen; warum die Rhone, wenn sie zu Saint-Genis angekommen ist, nicht den Sandboden durchschneidet, der ihr den Weg nach Tour-du-Pin versperrt nnd sich plötzlich nordwärts richtet, um durch weit festere Kalkformationen ihren Weg zu nehmen. Beobachtungen dieser Art lassen sich überall machen, und es scheint, daß die großen Flüsse stets vor solchen Ablagerungen zurückgewichen sind, die gerade ihnen den geringsten Widerstand entgegensetzten.

Aus diesen Thatsachen läßt sich der Schluß ziehen, daß die Flüsse, anstatt ihr Bett, wie man sich's dachte, sich selbst gegraben zu haben, ihre Richtung ganz einfach in Kanälen nahmen, die sie schon ganz gebildet vorfanden. Man kann nun leicht auf den Ursprung dieser Kanäle zurückgehen; sie sind offenbar das Resultat der Erhebungen, welche die bis dahin horizontale Erdoberfläche uneben machten. Es ist auch in der That ganz klar, daß die unbiegsamen Schichten alsdann brechen mußten, und daß sich daher eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl Spalten bilden mußten, wie die im Querschnitt (Fig. 104) abgebildeten. Diese Spalten sind Thäler geworden, die nach den Umständen der Erhebung auf verschiedene Weise unter einander in Verbindung gesetzt worden sind; sie sind parallel, wenn die in einer gewissen Richtung stattgefundene Wirkung sich hinlänglich in die Breite ausdehnt; divergirend, wenn die Wirkung sich in einem Punkte ausspricht, wie z. B. bei gewissen Massengebirgen; endlich öfters auch senkrecht auf der Richtung der gehobenen Gebirgsketten,

Fig. 104. Bildung der Thäler durch Trennung der Schichten.

wie z. B. die während der Erdbeben entstehenden sekundären Spalten (Fig. 8), was besonders in dem Fall stattfindet, wenn die innere Kraft einige krystallinische Substanzen durch die Hauptspalte auszutreten zwingt. Es ist leicht einzusehen, daß die Spalten eher in den festen Substanzen als bei den sandigen Ablagerungen offen geblieben sind, weil bei diesen letzteren die Einstürze die leeren Räume allmählig auszufüllen suchen, und dies ist auch der Grund, warum die großen Flüsse die lockeren Böden, welche sie doch so leicht anzugreifen vermocht hätten, im Fall sie nicht in einer andern Richtung ein schon gebildetes Bett gefunden haben würden, gemieden zu haben scheinen. Ebenso erkennt man auch ohne Schwierigkeit in den auf einander folgenden Becken, die man in den meisten Thälern findet, und die sich uns als eben so viele Seen zeigen, die Ursache der Gebirgspässe oder Bergschluchten, durch welche die Wasser abfließen; auch dies sind noch Spalten, die sich besonders in den festen Massen mußten geöffnet haben.

Daraus dürfte man jedoch nicht den Schluß ziehen, daß die Gewässer niemals einen Einfluß auf die Gestaltung der Thäler gehabt haben. Es ist im Gegentheil anzunehmen, daß bei den Ereignissen, die in einem Augenblick den Boden aufgerissen haben und plötzlich die darin angesammelten Gewässer abfließen ließen, sich Wasserströme von fürchterlicher Gewalt erzeugt haben, welche, indem sie alle durch die Erhebung zerbrochene Theile mit sich fortrissen und zertrümmerten, die Passagen, die ihnen dargeboten waren, veränderten. Ohne Zweifel haben alle diese, mit ungeheurer Geschwindigkeit fortgeführten Trümmer in sämmtliche Felsen, die auf ihrem Platze zurückgeblieben sind, starke Furchen gegraben, und zur Erweiterung und Vertiefung der Bergschluchten, welche der Bruch zu bilden begonnen hatte, bedeutend beigetragen; Zeugnisse davon sind die Abnützung der Felsen und

die Furchen, die wir an den Seiten der Thäler in der Richtung der Blöcke gewahren, welche zur Zeit dieser großen Convulsionen der Natur weit hingeführt wurden. Dem größten Theil unserer Thäler ist offenbar erst später ihre Form gegeben worden, und nur die zuletzt erschienenen, wie z. B. in den Walliseralpen, in den Andes ꝛc., bewahrten deutlichere Spuren von ihrer ersten Entstehung auf.

Auch ist es wahrscheinlich, daß gewisse Thäler, die durch lockere und zum Zerbrechen wenig geeignete Böden, ganz und gar durch die Gewässer hervorgebracht wurden. Die Thäler, denen man einen solchen Ursprung zuschreiben kann, bieten Charaktere dar, die von denen der vorigen sehr verschieden sind: einerseits verfolgen sie in ihrer Richtung die natürlichen Abhänge; anderseits weichen sie in der Nähe solcher Massen, die einen größeren Widerstand darbieten und um welche sie sich winden, von ihrer Richtung ab, und bleiben beständig auf lockeren Ablagerungen. Dies sind z. B. die Thäler, welche die großen Ablagerungen von Gerölle durchfurchen, die sich am Fuße der Ostalpen, in Presse, in der Niederdauphiné, in der ganzen Länge des Rhonethales und in dem Thale der Dürançe finden. Die meisten unserer großen Flüsse haben ihr Bett in alten Alluvialbildungen (Fig. 105), die von den sich gegenwärtig bildenden

Fig. 105. Ein Thal im lockeren Boden, gebildet durch Ausspülung.

sehr verschieden sind, selbst gegraben: dies ist z. B. bei der Seine zu Paris der Fall, die ihr Bett in eine Ablagerung von Gerölle gegraben hat, welches

von dem Kies, der sich gegenwärtig absetzt, sehr verschieden ist.

Man sieht nun, daß es Thäler von verschiedenem Ursprunge zu unterscheiden gibt, und daß man sie auf drei Hauptarten zurückführen kann.

1) Spaltungs- oder Kluftthäler. — Dies sind solche Thäler, welche aus den Spalten von allen Dimensionen, und manchmal von kolossaler Größe, gebildet während der Erhebungen, welche unseren Continenten ihr gegenwärtiges Relief gaben, entstanden sind. Sie zeigen meistens steile Abhänge, an welchen man die Bruchflächen der gebrochenen Schichten wahrnimmt, und wo die vorstehenden Winkel der einen Seite oft den einspringenden Winkeln der andern Seite entsprechen. Die Kreise, in welchen sie häufig in der Höhe zu Ende gehen, oder die Kreise, durch welche sie in ihrem Längsverlaufe getheilt werden, sind eben so viele Erhebungskrater, wovon die meisten entweder durch die gehobenen Schichten, oder durch die Barancos, die sie darbieten, sehr charakterisirt sind. Die Thäler der Ardennen, der Vogesen, der Alpen, der Pyrenäen ꝛc., liefern uns schöne Beispiele dieser Bildung; die meisten aber sind weit mehr verändert durch die zerfressende Wirkung der Gewässer, die zu verschiedenen Zeiten Statt fand: dies ist z. B. bei den Thälern der Fall, die auf dem Centralplateau von Frankreich, in Limousin, der Auvergne ꝛc., Furchen bilden.

Man hat auch Sturzthäler unterschieden, doch scheinen keine zu bestehen, deren Entstehung bloß den Einstürzen zugeschrieben werden kann. Die Einstürze wechseln häufig mit den Erhebungen ab; und sowohl die Thäler als die Erhebungskrater können zugleich die eine und andere Wirkung zeigen, die besonders in den Ringthälern, welche sich in ihrer Längsrichtung oder an ihrem oberen Ende finden, Statt gefunden haben müssen.

2) Gebogene oder faltenförmige Thäler. — Diese sind durch zwei benachbarte Erhebungen entstanden, wodurch die Schichten auf beiden Seiten gehoben worden sind, und die einen freien, leeren Raum zwischen sich ließen, wovon ihre Flächen alsdann die Gehänge bilden: solche Thäler sehen wir in den hohen Partieen des Jura (Fig. 101). So nehmen z. B. mehrere Flüsse ihren Lauf in Thälern, die aus zwei entgegengesetzten Erhebungen des Bodens entstehen: dies ist z. B. bei der Loire, hinter Briare, der Fall, wo sie plötzlich unter einem rechten Winkel von ihrer Richtung ablenkt, indem sie sich in eine Vertiefung der eben beschriebenen Art ergießt.

3) Entblößungsthäler. — Sie sind auf lockerem und erweichbarem Boden, wie die Schluchten, gebildet worden, welche die durch Gewitter entstandenen Ströme vor unsern Augen erzeugen, indem sie die Substanzen, aus denen der Boden bestand, mit sich fortreißen. Auf diese Weise sind die letzten eingeengten Thäler der großen Flüsse gebildet worden, und ebenso rühren auch die Veränderungen des Bettes, die wir an einigen Flüssen bemerken, von den Ausspülungen her, die bei bedeutendem Steigen des Wassers immer Statt finden.

§. 87. **Ursprung der Höhlen.** — Die Bildung der Höhlen ist noch eines jener Phänomene, die man der Wirkung des Wassers beigemessen hat; aber obgleich man in gleicher Höhe mit der Meeresfläche einige Furchen und einige nicht sehr tiefe Höhlen gefunden hat, die man der wiederholten Einwirkung der Meereswellen zuschreiben kann, so kann man sich's doch schwer denken, daß große Gänge, manchmal von mehreren Meilen Ausdehnung, einzig und allein durch das Wasser, das durch sie hindurchströmt, erzeugt worden seien. Man hat schon so gut die geringe Einwirkung des Wassers auf dichte Kalksteine, wo sich die Höhlen vornehmlich finden, bemerkt, daß

man glaubte, die heutzutage leeren Räume, denen wir begegnen, seien früher von Salzmassen ausgefüllt gewesen, die dann später vom Wasser aufgelöst und fortgeführt worden wären.

Anstatt seine Zuflucht zu solchen Annahmen zu nehmen, dürfen wir dagegen vermuthen, daß der erste Ursprung der Höhlen den Spalten verdankt wird, die im Innern des Bodens entstanden und hierauf durch verschiedene Ursachen verändert worden sind. Wir wissen auch in der That, daß während der Erdbeben manchmal Flüsse oder See'n plötzlich einen entweder momentanen oder immerwährenden Abfluß nehmen (§. 18, 19); dies Abfließen erklärt sich durch innere Spalten, welche denen auf der Erdoberfläche analog sind, und Kanäle gebildet haben, in welchen der Abfluß Statt gefunden hat. Dieses Phänomen äußert sich manchmal zu gleicher Zeit mit dem plötzlichen Erscheinen irgend einer reichen, mehr oder weniger entfernten Quelle; aber oft kommen die so abgeflossenen Wasser nirgends wieder zum Vorschein, daher man glauben muß, daß sie sich unmittelbar in die Meere ergießen. Alle diese Umstände erklären uns das Verschwinden gewisser Flüsse, welche nach einem mehr oder weniger langen Lauf auf der Oberfläche von der Erde verschlungen werden, sowie auch die Quellen, die wir plötzlich aus den Seiten eines Felsen austreten sehen. Sie verklären uns die Bildung, das Vorhandensein unterirdischer Kanäle, und machen uns begreiflich, wie diese durch eine mehr oder weniger beträchtliche Erhebung trocken gelegten Kanäle die heutzutage freien, leeren Höhlen, denen wir in jeder Höhe begegnen, sowie diejenigen bilden konnten, von denen der Grund noch durch einen Wasserfaden durchzogen ist, der von den höheren Flüssen oder See'n herrührt, wovon uns Kroatien und Kärnthen Beispiele liefern.

Obgleich nun der erste Ursprung der meisten dieser

unterirdischen Höhlen nicht mehr zweifelhaft sein kann, so muß man doch auch zugeben, daß nachher bedeutende Veränderungen in der allgemeinen Form und im Zustand ihrer Wände eingetreten sind; die abgerundeten Formen, die Abnützung und die Glätte der Oberflächen, die Furchen, die verschiedenen Aufschärfungen, und dies in allen Stellungen und Lagen, selbst am obern Theil der Gewölbe, zeigen eine zerfressende, zernagende Kraft an, deren das Wasser allein nicht fähig war. Man hat angenommen, daß diese Flüssigkeit Kohlensäuregas enthalte, das auch in der That häufig aus dem Innern der Erde durch alle Spalten oder Risse, die sich darin, besonders bei Erdbeben bilden, entweicht, und daß der auflösenden Kraft dieses Gases die späteren Wirkungen zugeschrieben werden müssen.

## Ablagerungen, die man der vulkanischen Thätigkeit zuschreibt.

§. 88. **Vulkanische Kegel und Lavaströme.** — Wenn wir auf der Oberfläche der Erde kegelförmigen Hügeln begegnen, die bald isolirt stehen, bald zu mehreren in einer nämlichen Richtung an einander gereiht und mit Schlacken bedeckt sind, manchmal an der Spitze kraterförmige Vertiefungen, umgeben von Rapilli, enthalten, so ist es evident, daß dies wegen der Analogie mit dem, was vor unsern Augen vorgeht, vulkanische Kegel sind, und daß wir sie als solche annehmen dürfen, wie sehr wir auch über die Epoche ihrer Thätigkeit im Ungewissen sein mögen. Finden wir auf dem Abhange der Berge, deren Beschaffenheit übrigens sein kann, welche sie wolle, schmale, lange, unten am Fuße in einer Anschwellung aufhörende Massen, die in der Mitte ausgehöhlt sind, oben in der Höhe dünner werden und in einer auf

alle Weise verschobenen, verrückten Schlackenhaut endigen (Fig. 30), so können wir nicht mehr mit ihrer Entstehungsweise im Zweifel sein, selbst dann nicht, wenn jede andere Spur eines vulkanischen Ursprungs verschwunden sein würde. Schmale, mehr oder weniger lange Ablagerungen, deren Dicke je nach der Neigung des Abhanges auf dem sie sich befinden, veränderlich ist, und deren Oberfläche verschlackt oder auf verschiedene Weisen verdreht oder verschoben ist, müssen als Lavaströme anerkannt werden (§. 41, 42). Sehen wir diese Substanzen als Geschiebe, als mehr oder weniger ausgedehnte Decken, die an ihrem untern Theile dicht, an ihrem oberen porös, zellig oder verschlackt sind, ferner eine beinahe glatte Oberfläche darbieten, so dürfen wir daraus schließen, daß sie sich auf einem horizontalen Boden aufgehäuft oder sich in einem mehr oder weniger flüssigen Zustand in einen Tiefgrund begeben haben. Dies sind nun offenbar Ablagerungen, die aus dem Innern der Erde in einem geschmolzenen Zustand hervorgegangen sind.

Durch solche Beobachtungen erkennt man nun wirklich die erloschenen Vulkane, hinsichtlich deren die Geschichte der ältesten Zeiten vollkommen stumm ist: so sind z. B. die in der Auvergne ungeachtet ihres Alters so frisch und so deutlich ausgesprochen, daß man sie jetzt noch zum Umsturz der Gegend für bereit halten könnte. Diese Vulkane, die man nicht mit gewissen andern vulkanischen Andeutungen, von denen wir später sprechen werden, verwechseln darf, finden sich alle auf einer von Norden nach Süden gerichteten Linie, die durch Clermont geht, eine Länge von 8 Meilen haben kann und die man die Kette des Puy nennt; Fig. 106 stellt einen Theil derselben dar. Hier sprechen sich alle Eigenthümlichkeiten, die wir bei den thätigen Vulkanen angegeben haben, ebenso deutlich aus, als am Vesuv und überdies noch mit weit mehr

Fig. 106. Ansicht von einem Theile der Bergkette des Puy.

Verschiedenartigkeit in den Verhältnissen. 60 mehr oder weniger hohe, von Schlacken gebildete oder davon bedeckte Hügel, stellen unzweideutige Krater dar, wovon die einen noch ganz sind, die andern durch den Austritt der Laven Lücken oder Scharten erhalten haben; man findet darin mitten in alten, geschleiften Kratern die Bildung neuer Kegel; ferner die durch die Gase bewirkte Zersetzung, alle Formen, alle Verhältnisse der Lavaströme, von denen uns die einen auf steilen Abhängen bloß Schlackenhäute zeigen, und die andern die großen Verrückungen der Abhänge von 3 bis 5 Graden (§. 41), die sich oft weit hinaus erstrecken, darstellen; die ganze Umgegend ist von ungeheuren Ablagerungen von Rapilli und vulkanischer Asche bedeckt; endlich geht der Beobachtung nichts mehr ab, wenn man von der Feuergarbe und dem glühenden Zustand der Laven absieht.

Nicht weniger bezeichnend sind in dieser Hinsicht mehrere Theile von dem ehemaligen Vivarais und der Landschaft Velay. Zwei beinahe von Südost nach Nordwest gerichtete Linien, wovon sich die eine durch den westlichen Theil von Velay, die andere durch Nieder-Vivaray hinzieht, zeigen uns noch Kegel mit Kratern, an denen man wahre Lavaströme bemerkt, sei es nun in den Thälern, sei es auf dem Abhange der Berge. Doch gleichen die Produkte dieser vulkanischen Ströme weniger den Laven des Vesuvs oder

der neuen Vulkane, als denen, die man in der Auvergne findet; sie sind seltener porös und beziehen sich meistens auf die Basalte, d. h. auf mehr oder weniger schwarze Felsarten mit einer dichten Basis von Labradorfeldspath, die schwarzen Pyroxen und fast immer Magneteisen einschließen. Sehr häufig findet man darin Peridot als kleinere oder größere Nieren, und manchmal Feldspathkrystalle, welche ihm eine Porphyrstruktur geben (s. Mineralogie, was alle diese Substanzen betrifft). Diese Lavaströme bilden gewöhnlich ziemlich dicke, häufig in prismatischen Säulen, manchmal auch in große unregelmäßige Stücke getheilte Ablagerungen — Verhältnisse, die alle eine langsame Erkaltung anzeigen. Von einem der schönsten Ströme dieser Art ist das Thal von Aulière bei Montpezat auf der Straße, die von Haut-Vivarais nach Aubenas führt, angefüllt. In der Breiterichtung ist ein Theil davon abgerissen worden; ohne Zweifel geschah dies durch die Gewalt der Gewässer, welche er in ihrem Laufe angehalten hatte; der Rest aber ruht auf Gerölle auf, das ehemals den Grund des Flüßchens bildete: man kann hier unter der Lava eine Menge keilförmiger Anhängsel sehen, die von dem Eintreten der geschmolzenen Masse in die Spalten des nun vom Wasser ausgespülten Bodens herrühren. Diesen Lavastrom kann man bis zu dem Berg verfolgen, von dem er ausgegangen ist, wo man einen der schönsten Kraterkegel der Gegend findet und von dem aus man einen ähnlichen Strom auf der Seite gegen Thueyts verfolgen kann. Alle andere Lavaströme des Landes sind mehr oder weniger den vorhin erwähnten, sowohl hinsichtlich der Beschaffenheit der Substanz, als hinsichtlich der Lage ähnlich.

An den Ufern des Rheins, in den Gegenden der Eifel und von Neuwied, kommen die Vulkane mit porösen Laven und Basalten, gleichsam unter einander

gemengt vor, wie wenn dadurch gezeigt werden sollte, daß sie einer und derselben Operation der Natur angehören; einige Vulkane haben sogar aus verschiedenen Schlünden bald das eine, bald das andere Produkt zu Tage gefördert, was man besonders am Feuerberge von Mosenberg sieht.

§. 89. **Verschiedenartige Basaltablagerungen.** — Wenn es einerseits Basalte als deutlich ausgesprochene Lavaströme gibt, die mit Kratern in Verbindung stehen, so gibt es auch anderseits in sehr verschiedenen Lagen durchaus analoge Stoffe. Viele derselben setzen sehr ausgedehnte und oft sehr dicke Decken zusammen, die weite Plateaux bilden; andere bilden abgerissene Stücke, die in gleicher Höhe auf verschiedenen Bergen herum zerstreut liegen, sich gegenseitig entsprechen, und mit einander als Theile eines nämlichen Ganzen und als die Zeugen einer weit ausgedehnten, zerrissenen Lavadecke in Verbindung zu sein scheinen. Auch solche finden sich, welche isolirte Massen, mitten auf einer Ebene stehende Hügel bilden, die manchmal sehr entfernt von jeder andern Bildung dieser Art sind. Endlich findet man sie auch als mehr oder weniger mächtige Gänge, die bald im Boden eingeschlossen sind, bald sich da und dort wie eine Mauer erheben (§. 43), oder verschiedene in einer Reihe hinter einander liegende Hügel darstellen.

Alle diese Anordnungen der Basaltablagerungen kommen manchmal in einer und derselben Gegend zu gleicher Zeit mit der Form eines Stromes beisammen vor, wie man es in Velay, in Vivarais und an den Ufern des Rheins sieht. Dagegen findet sich sonst wo, wie z. B. im südlichen Frankreich, in verschiedenen Theilen von Deutschland und an vielen Orten nicht die geringste Spur von vulkanischen Kegeln oder Strömen. Doch zeigt in allen Fällen das vorherrschende Gestein deutlich die allgemeinen Merkmale der

Basaltströme und scheint ohne Unterschied auf jeder Bodenart selbst auf fruchtbarer Erde, wie z. B. in einigen Theilen des Plateau von Mirabelle in den Coyrons aufzuruhen.

§. 90. **Basaltdecken.** — Die Basaltdecken erinnern nothwendig an die großen Lavadecken von Island, besonders an die von der im Jahre 1783 Statt gefundenen Eruption; übrigens zeigen sie alle Charaktere der Laven, welche entweder auf horizontalem Boden aufgehalten worden sind oder Tiefen ausgefüllt haben (§. 41, 42). Der untere Theil ist dicht, krystallinisch und am häufigsten in senkrechte prismatische Säulen getheilt (Fig. 107); dagegen ist der obere Theil porös, zellig, unregelmäßig getheilt, endigt in einer ebenen, nahezu horizontalen Fläche. Wenn die Masse aus mehreren Lagen besteht, so sind die Trennungsflächen aus kleinen Lapillischichten gebildet; in der Regel lassen sich bei ihnen Abwechslungen der dichtern Substanz mit der porösen unterscheiden, welche alsdann jeden einzelnen Erguß bezeichnen.

Fig. 107. Prismatische Basalte und darüber gelagerte poröse Basalte.

Schon diese Charaktere können keinen Zweifel mehr über den vulkanischen Ursprung dieser Ablage-

rungen übrig lassen; aber es bestehen noch mehrere andere. Wenn man unter die Basaltdecken, wie z. B. in dem Falle gelangen kann, wo sie auf lockeren Bildungen aufruhen, so sieht man fast immer, daß der untere Theil der Masse eine Menge Anhängsel oder Fortsätze darstellt (Fig. 108), welche in diese

Fig. 108. Basaltfortsätze in untergelagerten Gesteinen.

Gesteine eindringen und eine flüssige Masse andeuten, die sich in den Spalten ausgeformt hat. Der Boden, worauf die Masse liegt, findet sich oft mehr oder weniger tief calcinirt, und die von ihr eingeschlossenen Pflanzenreste sind verkohlt.

Auch findet man oft auf der Oberfläche dieser Basaltdecken Stellen mit Verschlackungen, ferner eigenthümliche Aufblähungen oder Blasen und selbst kraterförmige Eindrücke, gegen welche sich die geschmolzene Masse in einem gewissen Moment vor ihrem Festwerden zurückzog. Dies bemerkt man in vielen abgerissenen Basaltstücken der Plateaux der Auvergne und besonders in dem weit ausgedehnten Plateau der Coyrons in Vivarais.

Alle diese Charaktere können keinen Zweifel mehr über den Ursprung der Basaltdecken oder der abgerissenen Stücke derselben lassen. Es ist zu vermuthen,

daß einst diese Substanzen aus gewissen Spalten gekommen sind und sich auf horizontalen Flächen ausgebreitet haben. Die kraterförmigen Vertiefungen, die man zuweilen darin findet, sind vielleicht die Hauptpunkte des Auswurfes, gegen welche die flüssige Masse im Momente sich eingesenkt hat, wo die Säule aufgehört hat, durch die innere Kraft gehoben zu werden.

Alles, was wir gesagt haben, vereinigt sich zu dem Beweise, daß sich die Basaltdecken auf einem merklich horizontalen Boden ausbreiteten. Wenn man sie gegenwärtig zuweilen auf mehr oder weniger geneigten Abhängen, die sogar 8°, 10° bis 15° erreichen, findet, so muß man annehmen, daß sie erst nachher gehoben worden sind, weil Ströme geschmolzener Massen auf solchen Abhängen keine ebene Oberfläche und keine gleichförmige Dicke haben können. Wir haben auch in der That (§. 41) gesehen, daß sich die Laven auf solchen Abhängen, deren Neigung mehr als ½ Grad beträgt, nicht aufhäufen können, und daß diese Abhänge sogar noch schwächer sein müssen, wenn die geschmolzenen Massen sehr flüssig sind, wie dies z. B. beim Basalt in Betracht der krystallinischen Beschaffenheit seiner Hauptmassen der Fall gewesen zu scheint. Wenn wir an vielen Orten, z. B. am Cantal, Mont-Dore, im nördlichen Theil der Auvergne, geneigte Basaltdecken finden, so gewahren wir auch eine Menge Umstände, welche Erhebungen des Bodens nach ihrer Bildung anzeigen.

§. 91. **Der Basalt als Hügel oder Basalthügel.** — Diese Hügel sind verschiedener Art: es gibt solche, die sich als Ueberreste einer ausgedehnten und theilweise zerstörten Basaltdecke und als einige wenige Zeugen dieser Decke zeigen; die Hauptmasse des Hügels gehört alsdann der einen oder andern Gebirgsart an, und bloß die Spitze ist basaltisch. Was dagegen andere betrifft, so besteht der ganze

Hügel aus Basalt und der Fuß desselben verliert sich in Sand- und Trümmermassen, welche zu sehen verhindern, was darunter stattfindet; endlich stehen einige andere, wie wir bald sehen werden, mit Gängen in Verbindung.

In sehr vielen Basalthügeln der einen oder andern Art findet man eine ähnliche Zusammensetzung, wie bei den bereits erwähnten Basaltdecken: d. h. man findet eine oder mehrere dichte, feste Schichten, die mehr oder weniger krystallinisch sind, ziemlich häufig in vertikale Prismen getheilt sind, und dann eine obere, poröse, zellige, verschlackte Schichte. Manchmal fehlt die dichte Masse und der ganze Hügel besteht dann aus Schlacken; wo anders findet sich das Gegentheil, und der eigentliche Basalt ist die einzige sichtbare Substanz. Selten stellt die Oberfläche, welche die Spitze bildet, jene verschlackten Stellen dar, die man in einigen Plateaux findet.

§. 92. **Der Basalt als Gänge, oder Basaltgänge.** — Häufig zeigt sich der Basalt mit allen seinen Charakteren als Gänge; das Centrum von Frankreich, wo sich die vulkanische Wirkung so häufig ausspricht, so wie auch die Ufer des Rheins, bieten viele Beispiele davon dar. In der Regel ist die Gangmasse dicht oder unregelmäßig gespalten, aber häufig findet sie sich auch in senkrechten, gegen die Wände der Spalte stehenden Prismen getheilt, welche alsdann die Erkaltungsflächen werden (§. 109); dies ist etwas dem Aehnliches, was wir schon (§. 42) in den großen Lavaströmen bemerkten, deren Masse, wenn sie auf einem horizontalen Boden, welcher ihr dann die Hitze entzieht, angelangt ist, sich in senkrechte Prismen absondert. Die Substanzen dieser Gänge sind selten verschlackt; und dennoch findet man einige Beispiele davon: so in Vivarais, Velay und der Auvergne; namentlich bei Mürat am Fuße des Cantals. Meistens setzen sich die Basaltgänge

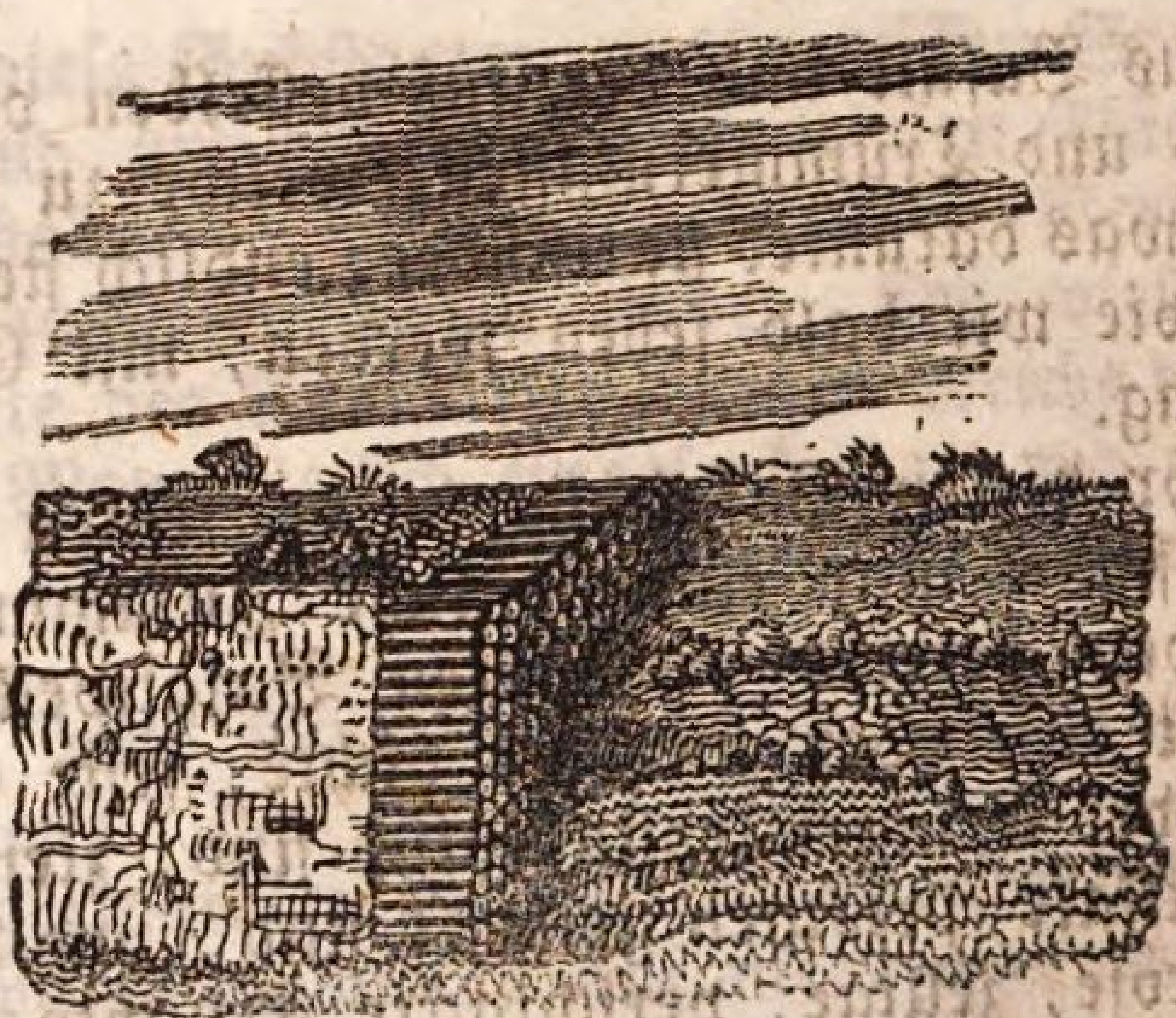

Fig. 109. Ein Gang von prismatischem Basalt.

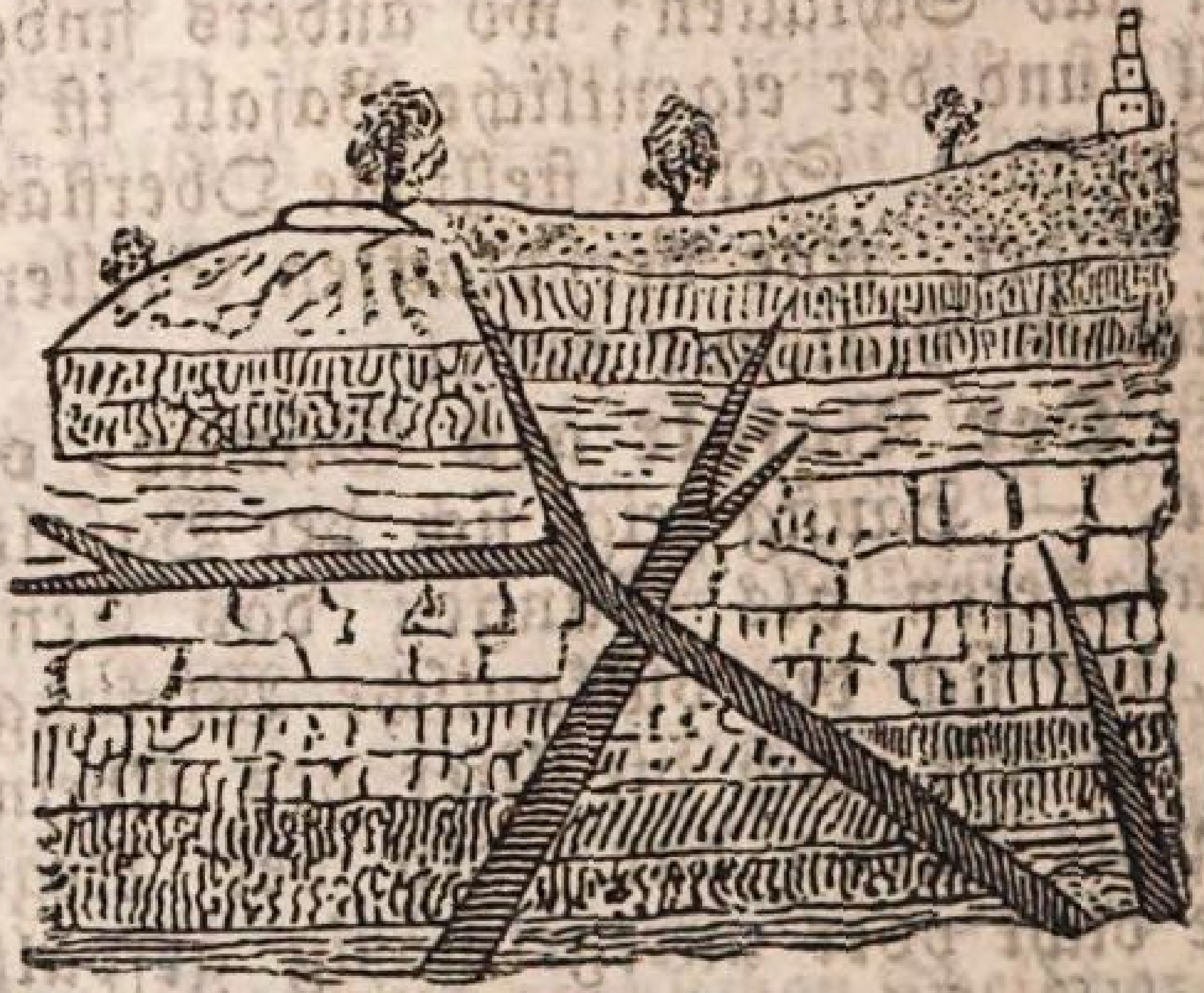

Fig. 110. Basaltgänge von Villeneuve = de = Berg.

bis zur Oberfläche des Bodens fort, wo sie alsdann zu Tage streichen. Häufig endigen sie, wie in Fig. 110, nach oben auch als dünne, spitzig auslaufende Massen; manchmal sind diese Trümmer gablig und verlieren sich in dem Gesteine, das sie durchziehen. Dieser Umstand ist sehr wichtig, weil er zuverlässig anzeigt, daß die Basaltmasse nicht von oben eingedrungen ist und daß sie nur das Ergebniß einer Einspritzung von innen nach außen ist. Manchmal gleitet der Gang zwischen zwei Schichten hin, denen er

dann auf eine mehr oder weniger große Ausdehnung hinaus folgt; oder wirft er, indem er sich verzweigt, einen Theil seiner Masse in den Zwischenraum und läuft endlich keilförmig aus, oder verbreitet er sich daselbst in allen kleinen Rissen des Gesteins.

Einer der interessantesten Punkte, den man finden könnte, um eine deutliche Vorstellung sowohl von dem Ursprung der Basaltgänge, als von den Wirkungen, die sie haben erzeugen können, zu erhalten, kommt in der Landschaft Vivarais oberhalb der kleinen Stadt Montpezat vor, wo wir bereits (§. 88) einen der größten Eruptionskrater angegeben haben. Hier findet man am Ausgange eines Engpasses zwischen zwei steilen Bergen einen Kreis, umgeben von Granitbergen, die gegen das Innere dieses Kreises steil abfallen; in der Mitte erheben sich drei Schlackenkegel. Der Granit ist hier in allen Richtungen zerklüftet und von Basaltgängen durchschnitten, wovon die einen ziemlich bedeutend, die andern sehr dünne sind, und deren Masse bis in die kleinsten Risse eingedrungen ist, was zugleich die große Flüssigkeit und die Kraft, mit der sie fortgestoßen wurde, anzeigt. Einer der großen Gänge läuft genau in der Richtung eines außerhalb des Kreises gelegenen Basaltstromes, den man aus dem Granit heraustreten sieht und der seine Richtung nach Montpezat nimmt.

Nicht selten gewahrt man auf der Richtung der Basaltgänge, die man auf der Oberfläche des Bodens zu Tage streichen sieht, verschiedene isolirt stehende Hügel (Fig. 111), wovon mehrere in gewissen Abständen auf einander folgen und nichts Anderes zu sein scheinen, als partielle Auswürfe, wie z. B. die Kegel, die sich bei den neuern Ausbrüchen auf einer und derselben Spalte bilden (§. 40). Gewöhnlich bestehen sie beinahe ganz aus Schlacken, doch findet man auch solche, die aus reinen Basalten gebildet sind. Manchmal liegen die Basalte, anstatt Berge

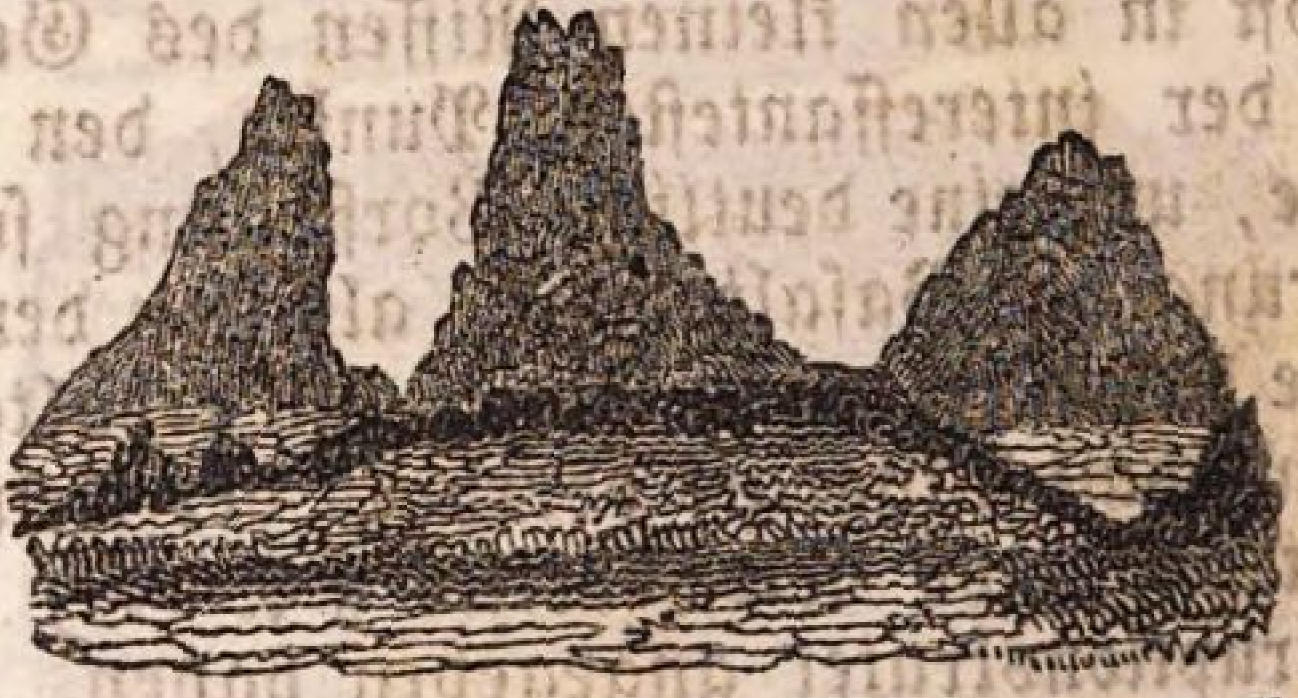

Fig. 111. Basaltberge auf der Richtung eines Ganges.

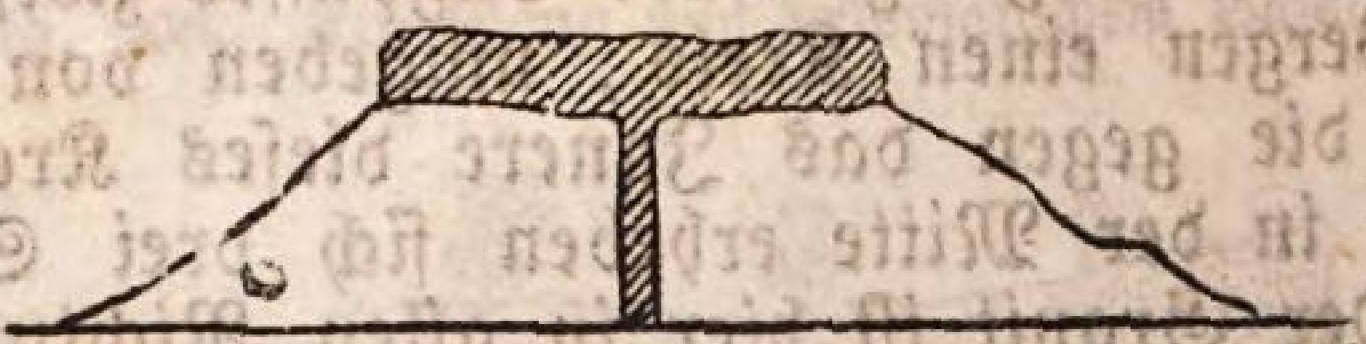

Fig. 112. Ein Gang, der in ein Plateau ausläuft.

oder Hügel zu bilden, in Form mehr oder weniger dicker Kuchen zu Tage (Fig. 112), die man auch hie und da auf der Richtung der Gänge findet. Alle diese Verhältnisse, wovon man ziemlich viele Beispiele in Unter-Vivarais, besonders gegen Rochemaure, Villeneuve-de-Berg u. s. w. zu, und in den Gebirgen, welche diese Provinz von Velay scheiden, sieht, suchen uns die Bildung der einzeln stehenden Hügel, so wie die Hügelreihen, zu erklären, die sich in sehr vielen Lokalitäten finden, wo die innern Gänge hie und da einigen Ausgängen begegnet sind. Wir finden hier noch den Ursprung einiger Basaltplateaux, und sogar von solchen, die heutzutage keine Spur mehr von einem Vulkane zeigen (§§. 89, 90), weil man sie auf den Abhängen der Berge mit Gängen von gleicher Natur, die das ganze innere Gestein durchziehen, in Verbindung sieht.

§. 93. **Einwirkung der Basalte auf ihre Nebengesteine.** — Zu allen Beweisen, die wir

von dem vulkanischen Ursprung bis jetzt gaben, kommen noch mehrere andere hinzu, welche aus der Wirkung der Basalte auf die Substanzen, mit denen sie in Berührung sind, hervorgehen. Wir haben bereits von der Calcination der Thonarten, auf denen sie aufruhen, und von der Verkohlung der Pflanzenüberreste gesprochen; aber wir müssen noch hinzufügen, daß die von Basaltgängen durchzogenen Granite bedeutend verändert sind, daß die Theile solcher Gesteine, welche im Basalt eingeschlossen sind, sich manchmal an ihrer Oberfläche geschmolzen finden, und daß darin der Quarz und Feldspath geritzt, manchmal von einer verglasten Substanz umschlossen und durchdrungen sind, was man am Vulkan von Pal sowohl in den Schlackenhügeln, als in den Gängen und dem Basaltstrom sieht. Die in Berührung mit dem Basalte stehenden, oder von seinen Gängen durchschnittenen Mergel, erdigen Kalke, und besonders die Bruchstücke dieser in die Basaltmasse eingeführten Substanzen werden in einen dichten Kalk umgewandelt, gerade wie wenn sie unter einem starken Druck und bei einer hohen Temperatur in dem von James Hall angestellten Experimente erhitzt worden wären. Dies sieht man zuweilen bei Villeneuve = de = Berg, auf dem Plateau von Mirabelle, in den Coyrons u. s. w. Wo anders sind diese Kalksteine außerdem noch zu eigentlichen Dolomiten geworden (s. Mineralogie), die sich übrigens von der umgebenden Masse durch ihr langsames Aufbrausen unterscheiden. Man findet sie zu Rochemaure und Chenavari in der Nähe der Dikes, und in höherem Maße um die Basaltablagerungen von Lodève und auf verschiedenen Punkten des Plateau's von Larzac, wo die Dolomitbildung von der Gegenwart dieser vulkanischen Produkte herzurühren scheint. Wenn die Basaltgänge Kohlenablagerungen durchschnitten haben, so werden die Thone calcinirt, die Kohlen ihres Bitumens beraubt und

nehmen eine strahlige Struktur an, wie z. B. am Meisner in Hessen.

§. 94. **Ausdehnung der Basalte.** — Die Basaltdecken, Basaltberge und Basaltgänge sind auf der Oberfläche der Erde weit verbreiteter als sämmtliche bestimmte Lavaströme, was ohne Zweifel von der Art und Weise ihres Ergusses herkommt. Es hat sich dann kein vulkanischer Mittelpunkt gebildet und die innere Thätigkeit hat sich in solchen Punkten, wo der Widerstand am schwächsten war, durch Risse geäußert, die da und dort den Auswürfen einen Durchgang gestatteten. In Frankreich findet man Basalte von dem nördlichen Theile der Auvergne bis zu den Ufern des mittelländischen Meeres über Montpellier, und als isolirte Stücke sogar über Toulon hinaus; an den Ufern des Rheins erstreckt sich die Gesammtheit der Basaltablagerungen von den Ardennen bis über Cassel hinaus und setzt sich ostwärts in Sachsen, Böhmen u. s. w. fort. Island besitzt deren eine große Menge; auch sind diese Felsarten auf den Antillen, auf St. Helena, auf der Insel Ascension u. s. w. und auf den meisten Inseln des Südmeeres vorherrschend.

Die Basaltbildungen sind überall und zu allen Zeiten in Folge des Strebens der Hauptfelsen, sich in langen Prismen zu theilen, deren manchfaltigen Verhältnisse in ihrer Stellung oder Anordnung oft die Bewunderung der Beschauer erregt haben. Hier laufen sämmtliche Prismen an der Spitze des Basaltberges, der wie ein Garbenhaufen aussieht, zusammen; dort stellen sie prächtige Colonnaden dar, die ein äußerst pittoreskes Aussehen haben: wiederum an einem andern Orte stellen sämmtliche, in einer nämlichen Höhe abgebrochenen Säulen Pflaster dar, die aus regelmäßig zusammengefügten Stücken bestehen, sich auf einem mehr oder weniger beträchtlichen Raume ausdehnen und manchmal amphitheater-

artig übereinander liegen. Die Größe und das imposante Aussehen dieser Pflaster hat ihnen den Namen *Riesenpflaster* oder *Riesendämme* gegeben.“

Schon seit langer Zeit hat man Irland wegen seiner ungeheuren, pittoresken Riesendämme angeführt; aber auch Frankreich weist in der Landschaft Vivarais ebenso merkwürdige Sachen auf, besonders zwischen Vals und Entraigues an den Ufern des kleinen Flusses Volant, wovon die Figur 113 einen

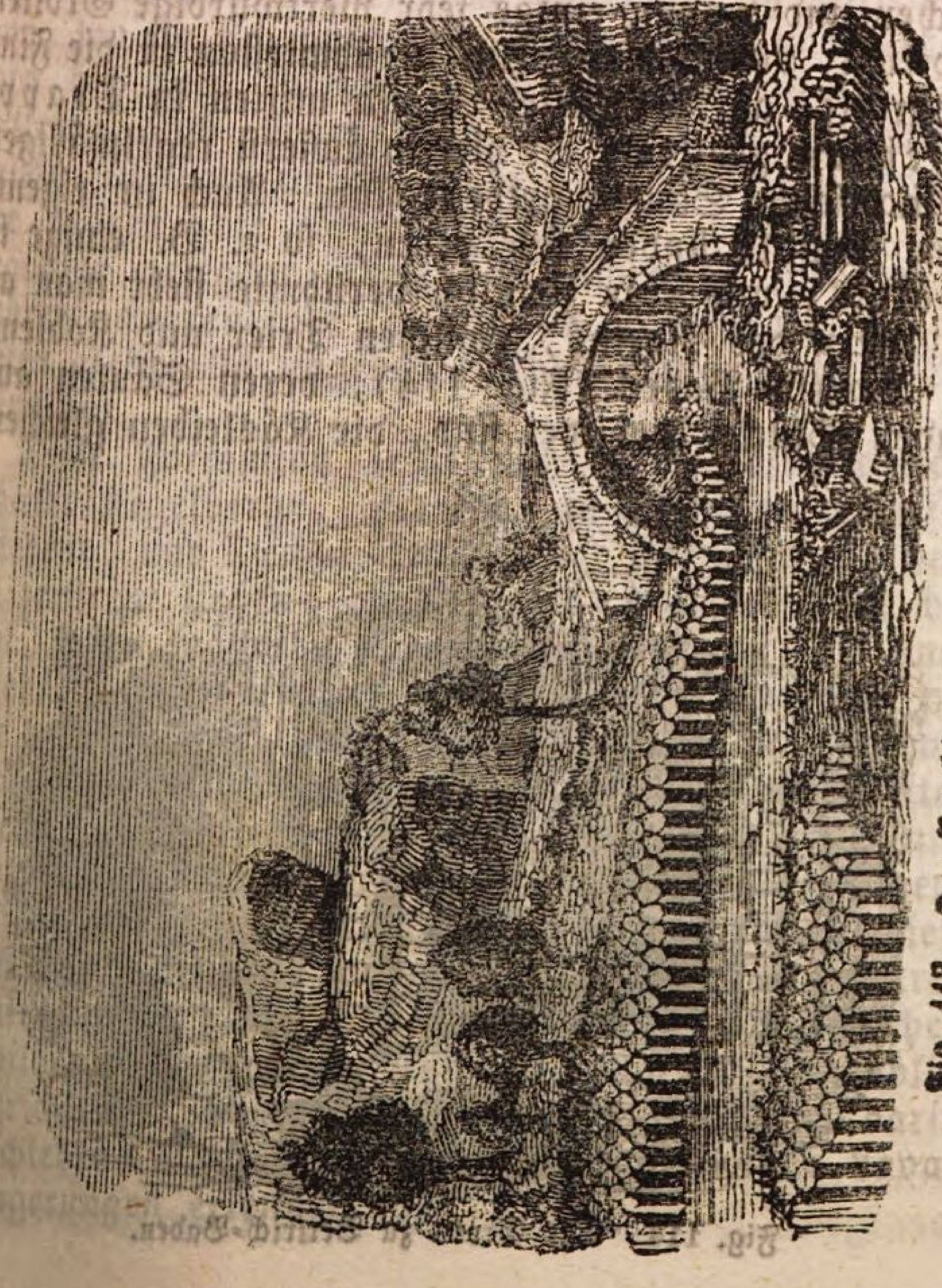

Fig. 113. Der Basaltdamm am Flusse Volant (Ardèche).

Theil darstellt. Die Colonnaden von Chenavari bei Rochemaure (Fig. 107), die Dikes, die sich bei dieser Stadt finden (Fig. 111) und eine Menge Verhältnisse jeder Art sind unserer Aufmerksamkeit nicht weniger würdig.

Ein Umstand, den wir nicht vergessen dürfen, wird uns durch die Aushöhlungen oder Vertiefungen geliefert, die manchmal mitten in den Basaltmassen oder den Trappgebilden (s. Mineralogie, die Gruppe der Feldspathe), welche ihnen am meisten gleichen und wovon einige sehr merkwürdige Grotten darbieten, vorkommen. Am berühmtesten ist die Fingalsgrotte, auf der Insel Staffa mitten in Trappgesteinen gebildet, die hier in äußerst regelmäßigen prismatischen Säulen getheilt sind. Auch im eigentlichen Basalt finden sich deren, so z. B. einige in Vivarais; und eine ziemlich berühmte sieht man an den Ufern des Rheins, zwischen Trier und Koblenz, bei Bertrich-Baden (Fig. 114), deren Säulen aus runden Stücken gebildet sind, die Käsleiben gleichen,

Fig. 114. Die Grotte zu Bertrich-Baden.

woher denn auch die im Lande übliche Benennung Käsegrotte kommt.

§. 95. **Trachytformation.** — Auf der Oberfläche der Erde existirt noch eine andere, und zwar eine sehr weit ausgedehnte Formation, die in der Auvergne den Puy-de-Dom, den Mont-Dore, den Cantal, sowie den Mezenc und den Megal an der Grenze von Velay und Vivarais bildet; und wiederum findet man sie auf der rechten Seite des Rheins im Siebengebirge; sie bildet ungeheure Gruppen in Ungarn, Transylvanien, im Kaukasus, in Griechenland, wo sie sich durch die Inseln Milo und Argentiera bis zum thätigen Vulkan Santorin (§. 30) fortsetzt; auch findet man sie auf den liparischen Inseln, in Campanien, in den euganeischen Bergen. Die Azoren, die canarischen Inseln, der unter dem Aequator gelegene Theil von Amerika, Innerasien, mehrere angrenzende Inseln bis Kamtschatka hinauf bieten gleichfalls ungeheure Ablagerungen dieser Gesteine dar.

Diese Formation zeigt nicht mehr bloß einzeln stehende Kegelberge, Ströme, in schmalen Streifen bestehend, und Decken, die auf der Erdoberfläche herum zerstreut liegen; die Gesteine, aus denen sie besteht, setzen mächtige und in der Regel zu sehr ausgedehnten Gruppen vereinigter Berge zusammen, die sehr hohe Massen, gewöhnlich die höchsten der Gegend, bilden und mit erhabenen Punkten oder Unebenheiten bedeckt sind; ihre Abhänge sind durch tiefe Thäler und Schluchten mit schroffen Wänden und mit allen Eigenschaften hoher Gebirgsketten zerrissen. Durch alle diese Umstände bildet die Trachytformation einen ungeheuren Contrast mit den bis jetzt erwähnten vulkanischen Gebilden, und werden deßwegen auch im Augenblick unterschieden, obgleich ein tieferes Studium darin verschiedene Beziehungen mit den Basalt- und Lavaablagerungen erkennen läßt.

Die Gesteine, woraus die Trachytformation besteht, sind außerordentlich verschiedenartig, da jeder Berg gleichsam eine besondere Art darbietet. Die meisten dieser Gesteine lassen sich, wie schon ihr Name anzeigt, rauh, scharf anfühlen, weil sie gewöhnlich fein poröse, manchmal schwammig, verschlackt und bimssteinartig sind; indessen gibt es auch solche, die vollkommen dicht sind und eine porphyrartige Struktur zeigen, häufig mit grauen, rothen, braunen und schwarzen Farben, zu denen noch weiße Albit- und Ryacolithkrystalle kommen. Auch finden sich mehr oder weniger erdige, gewöhnlich lichtfarbige, die man noch specieller mit dem Namen Domite bezeichnet, weil der Puy-de-Dome daraus besteht. Die Basis aller dieser, durch die Säuren nicht angreifbaren Gesteine ist der Albit und Ryakolith (s. Mineralogie), und besteht aus einer Menge unter einander gemengter, mikroskopisch kleiner Krystalle, deren Gesammtheit eine mehr oder weniger feste Masse bildet. Die eingesprengten Substanzen sind der Albit in mehr oder weniger großen Krystallen, der Ryakolith, der schwarze Glimmer, die Hornblende, selten der Augit (lies über alle diese Mineralien in der Mineralogie nach). Auch finden sich manchmal Quarzkrystalle und kleine Calcedonnieren darin, besonders in einer gewissen sehr höhligen, schwammigen Art, die man bis jetzt nur in Ungarn gefunden hat, deren Masse auch viele kleine gestreifte und concentrisch runde Perlsteinkörner einschließt.

Gewisse Gesteine, die eine größere oder geringere Aehnlichkeit mit gewissen Abänderungen des Trachyts haben, aber darin von diesen verschieden sind, daß sie theilweise von Säuren angegriffen werden und einen Rückstand von Ryakolith zurücklassen, nennt man Klingsteine oder Phonolithe. Diese Gesteine zeigen sich in der Regel als dichte, gräuliche oder grünliche, manchmal porphyrartige Mineralien,

in welchen aber die eingesprengten Substanzen selten sind. Die Klingsteine sondern sich häufig in mehr oder weniger dicken Platten oder Blättern ab, und in gewissen Fällen ist die ganze Masse in prismatischen Säulen getheilt, die öfter divergirend und gewunden als vertikal sind. Man hat zuweilen die Klingsteine mit gewissen porphyrartigen Varietäten des Trachyts verwechselt, welche, abgerechnet der besondern Charaktere der Löslichkeit, beinahe dieselben Eigenschaften zeigen.

Auch finden sich im Trachyt mehr oder weniger beträchtliche Ablagerungen von Obsidian und Perlstein. Ihr Reichthum, so wie ihre Charaktere, variiren bedeutend, je nach den verschiedenen Lokalitäten; in gewissen Gegenden sind sie überwiegend, während man in andern selbst nicht einmal eine Spur von ihnen findet.

Oft erheben sich mitten auf Bergen, die aus homogenen und rein krystallinischen Substanzen gebildet sind, Hügel, die einzig und allein aus Blöcken oder aus Schlackenfragmenten bestehen, die durch poröse, dichte oder verglaste Bindemittel sehr innig mit einander verbunden sind. Diese aus Fragmenten gebildeten Substanzen, die ich früher Trachytconglomerate nannte, finden sich manchmal außerordentlich reichlich, z. B. in Ungarn und dem Cantal, und häufig sind die Trachytmassen von ihnen eingeschlossen. Oft begegnet man auch Trachytdecken von verschiedenen Varietäten, welche von einander, z. B. beim Cantal und dem Mont-Dore, durch ähnliche, aus Schlacken und Bimssteinen zusammengesetzten Substanzen getrennt sind, die man auf allen Höhen und oft bis zu den höchsten Spitzen hinauf antrifft. Aber außer diesen Ablagerungen von Fragmenten, die man selbst im Centrum der Gebirgsgruppen beobachtet, findet man auf der Außenseite derselben noch andere, die manchmal außerordentlich groß sind, bald aus bims-

steinartigen Substanzen, entweder als deutliche Fragmente oder als feiner und veränderter Staub bestehen, bald Puddingssteine darbieten, wo sämmtliche Abänderungen der Trachyte entweder als Fragmente oder Gerölle, bald frei, bald durch erdige Substanzen zusammengebacken vorkommen. Diese neuen Ablagerungen scheinen ein Zerbrechen der Felsen durch die Gewässer anzuzeigen, und dies um so mehr, als man zuweilen in den feinern Partien verschiedene organische Ueberreste findet, wie z. B. in Campanien und Ungarn.

Sämmtliche von uns angegebenen Charaktere können keinen Zweifel mehr über die Entstehung der vulkanischen Gesteine übrig lassen; gewisse Varietäten der von ihnen eingeschlossenen Gebirgsarten gleichen vollkommen den Trachyten von Santorin, Ternate, der vulkanischen Ströme auf Java; die verglasten Massen erinnern an die Ströme der nämlichen Art, die man an den Seiten des Pic von Teneriffa, an den Trachytvulkanen der Andes, u. s. w. findet. Der Reichthum an bimssteinartigen Mineralien, die man um die Gebirgsgruppen herum, manchmal auf ziemlich große Entfernungen hinaus, findet und Meeresmuscheln und andere organische Reste einschließen, wie man in Ungarn und in verschiedenen Punkten von Campanien beobachtet, erinnert unabweislich an die Bimssteinausbrüche, die so oft in unterseeischen Vulkanen bemerkt werden, so wie an diejenigen auf der Insel St. Georg, Sumbawa, u. s. w.

Häufig begegnet man auch in den Thälern und Abhängen, welche die Trachythügel darbieten, Trachytgängen, die zur Genüge erklären, wie alle diese Stoffe konnten an das Tageslicht treten. Einige stellen große Zutagstreichungen, die man auf der Oberfläche des Bodens verfolgen kann; andere laufen, nachdem sie sich senkrecht erhoben hatten, in einer dünnen Spitze in dem Gesteine aus, das sie durch-

setzen, ehe sie es durchdrungen haben. Eine ziemlich große Anzahl endigt in mehr oder weniger ausgedehnten Decken, in isolirt stehenden Bergen, in besondern Anhäufungen, die mitten in irgend einer andern Ablagerung sich befinden. So verbreitern sich im Cantal gewisse Gänge, welche die durch Anhäufung entstandenen Ablagerungen durchsetzen, zu Decken über diesen oder in ihrem Innern zu Lagern, und münden die Klingsteingänge in Klingsteinberge aus, die oft gleich den Basaltbergen aus Prismen gebildet sind.

Diese Gänge erklären offenbar den Ursprung der Trachytdecken, die sich so oft in den Berggruppen dieser Formation zeigen, und ohne daß man darin irgend einen Eruptionspunkt erkennen könnte. Die Gleichförmigkeit in der Dicke dieser Decken, ihre öfters krystallinische und porphyrartige Beschaffenheit, die einen gewissen Grad von Flüssigkeit und eine langsame Erkaltung andeuten, zeigen an, daß sie sich in horizontaler Lage gebildet haben mußten (§. 41); da man sie aber häufig geneigt findet, so ist es als eine evidente Sache anzusehen, daß sie erst nach ihrer Bildung mehr oder weniger stark gehoben worden sind. Dies Alles zeigt uns der Mont-Dore, der Cantal und Mézenc, wo man die Spuren allgemeiner und partieller Erhebungen sieht, die bei einigen Gruppen Statt fanden.

§. 96. **Einzelheiten an einigen Trachytgruppen.** — Die Trachtformation ist in der nördlichen Auvergne, bei Clermont, durch den Domit charakterisirt, welcher den Puy-de-Dome, so wie die benachbarten Hügel Petit-Süchet, Clierzou, Sarcouy und einen Theil des Puy-Chopine bildet. Die Anhäufung, welche bloß aus Ryakolith gebildet zu sein scheint, ist weißlich, gelblich, manchmal grau oder röthlich, gewöhnlich ziemlich fest, obgleich poröse, leicht und manchmal erdig. Sie ist

ziemlich oft von Chlor durchdrungen, welcher entweicht, wenn man sie zerbricht — ein Umstand, der an die Gase erinnert, die in reichlicher Menge aus den thätigen Vulkanen ausströmen (§. 44). Nichts zeigt hier an, wie diese Dome entstanden sind; da sich aber dasselbe Gestein als Gänge im Mont-Dore und Cantal vorfindet, wo es zuweilen in kleinen Hügeln ausläuft, so ist zu vermuthen, daß es in verschiedenen Punkten auf der Richtung einer Spalte zu Tag getreten ist, und sich sogar über der Oeffnung, durch welche sie austrat, aufgehäuft hat.

Sowohl im Mont-Dore als im Cantal ist der Boden weit complicirter; es kommen daselbst sehr viele Arten des Trachyts vor: es finden sich nämlich hier granitartiger, hornblendeartiger, porphyrartiger, mit allen möglichen Modifikationen sowohl in der Quantität als Anordnung der Theile, und durch größere oder geringere Porosität: sie bilden bald einzeln stehende Berge, bald besondere Trachytdecken und selbst besondere Arten von Strömen. Sehr häufig kommen darin die Bimsstein-Schlacken und Staubauswürfe vor. Die verglasten Substanzen dringen manchmal auch darin ein, doch aber nur in geringer Menge, entweder als eine Art von Lager, die mit den Bimssteinen in Verbindung stehen, wie z. B. im Mont-Dore oder als Gänge, wie im Cantal. Die Klingsteine scheinen die neuesten Gebilde des Bodens zu sein; sie sind selbst auf die staubartigen Bimssteinablagerungen aufgelagert, auf welche das Wasser zerstörend eingewirkt hat, und durchschneiden dieselben selbst unter der Form von Gängen. Am Mont-Dore finden sie sich an der Außenseite der Berggruppe, wo sie sich an eine besondere Erhebung knüpfen; am Cantal zeigen sie sich als ziemlich zahlreiche Gänge in allen Theilen dieser Berge oder auch als kleine Hügel in dem Erhebungskrater, der sich im Centrum findet.

Der Mézenc und Mégal sind merkwürdig — einerseits durch das Nichtvorhandensein der bimsstein- oder schlackenartigen Substanzen und der Flötzablagerungen; anderseits durch die innige Verbindung der Trachyte, gewöhnlich der dichten oder porphyrartigen Trachyte mit den Klingsteinen. Doch sind die letztgenannten im Allgemeinen die vorherrschenden Gesteine und geben der Gegend ihre eigenthümliche Physiognomie — eine Zusammenstellung von Pic's und Plateaux.

Man sieht, daß die Trachytgruppen hinsichtlich der Felsarten, die sie darbieten, außerordentlich veränderlich sind. In Frankreich sind die verglasten Gesteine nur wenig entwickelt; dagegen findet man, daß sie sehr häufig in gewissen Theilen der Gruppen von Ungarn, auf den liparischen und canarischen Inseln und in gewissen Theilen von Mexiko vorkommen. Ihr allgemeinster Charakter ist die gegenseitige Unabhängigkeit der verschiedenen Varietäten, von denen gewöhnlich jede für sich einen Berg oder Hügel oder auch besondere Decken, die wahrscheinlich von irgend einem Gange herrühren, bildet. Die eigentlichen Klingsteine werden durch Säuren angegriffen, sind ziemlich selten und scheinen den Basalten vorauszugehen, welche, wie sie, von den eigentlichen Trachyten unabhängig sind und sich außen herum zerstreut finden, wenn sie mit den Trachytgruppen in Verbindung stehen. In Deutschland und Schottland gibt es Klingsteine, welche mit dem Basalte verbunden sind, ohne irgend eine Andeutung oder Spur von einer eigentlichen Trachytformation.

Gewisse thätige Vulkane finden sich aufgedeckt im Trachyt: dies ist z. B. bei den mexikanischen Feuerbergen der Fall, welche an der Spitze aufgerissene, geborstete Trachytdome darbieten und Obsidian ausgeworfen haben; auch auf Teneriffa, Java, Sumbawa u. s. w. kommen solche vor. Aber in Europa

findet sich von so etwas keine Spur; nur am Fuße der Dome von Clermont finden wir Andeutungen von einigen schlackenförmigen Auswürfen durch den Trachyt hindurch, und zugleich bemerken wir, daß sich die vulkanischen Kegel auf der großen Linie der Verrückungen finden, deren Richtung sowohl die Trachyte als die Basalte verfolgen, und welche durch andere große Ereignisse vorbereitet worden sind.

§. 97. **Diorit, Trappgesteine, basaltische Mandelsteine** ꝛc. — Nichts ist dem Basalte ähnlicher, als gewisse schwarze Felsarten, wovon die einen zufolge der zahlreichen Uebergänge in solche Ablagerungen, wo die Elemente deutlich erscheinen, Gemische von Albit und Hornblende sein müssen, und wovon die andern ihrer Beschaffenheit nach, wenn nicht unbekannt, doch wenigstens zweifelhaft sind. Die ersteren hat man Diorite oder Grünsteine genannt. Die andern sind schon lange unter dem Namen Trapp (Trappgesteine) bekannt, den man zuläßt, in Betracht der Unmöglichkeit, sich über ihre Natur bestimmt auszusprechen. Diese Gesteine haben sowohl hinsichtlich ihrer Lage in gewissen Lokalitäten, als auch wegen ihrer mineralogischen Uebergänge, Beziehungen mit gewissen Substanzen, die mit dem Namen basaltische Mandelsteine (Amygdaloide) bezeichnet werden, weil sie Mandeln von verschiedenen Substanzen einschließen; in England werden diese Mandelsteine Toadstone und Winstone genannt, deren Natur eben so wenig bekannt ist.

Man hat genannten Gesteinen lange Zeit einen Ursprung auf nassem Wege zugeschrieben; einerseits, weil man weder in ihnen, noch in ihrer Nähe irgend eine der Eigenschaften oder Zustände findet, an die man sich gewöhnlich hält, um daraus auf eine Entstehung auf feurigem Wege schließen zu können, d. h. man findet bei ihnen nicht jene Verschlackungen der Gesteine, jene Schlackenanhäufungen, welche wir bei

den Basalten und Trachyten gesehen haben; anderseits, weil sie in inniger Verbindung mit vielen andern Gebirgsarten stehen, die nicht mehr die gewöhnlichen Charaktere der auf feurigem Wege entstandenen Produkte darbieten; endlich weil man sie später in deutlich ausgesprochenen Schichten, oft mehrere Male wiederholt und sogar in den sedimentären Ablagerungen findet, woraus man alsdann den Schluß zog, daß sie einen und denselben Ursprung haben mußten. Diese Schlüsse müssen jedoch heutzutage durchaus verworfen werden, und die durch Doktor Macculloch, durch Sedgwick und Conybeare in England, Schottland und auf den benachbarten Inseln, wo die steilen Felsen an der Meeresküste diese Art von Beobachtungen besonders begünstigen, angestellten Untersuchungen haben Thatsachen vereinigt, die jetzt keinen Zweifel mehr über die entgegengesetzte Meinung übrig lassen.

Ungeachtet des Nichtvorhandenseins von verschlackten Substanzen stellen diese Felsarten und besonders die sogenannten T r a p p g e s t e i n e alle Eigenschaften des Basaltes dar; sie finden sich als isolirt stehende Hügel und als mehr oder weniger ausgedehnte Plateaux; ihre Masse ist oft in prismatische Säulen getheilt, die genau, wie die Basaltcolonnaden, die Riesendämme und die sonstigen Gebilde des Basaltes aussehen. Ferner finden sich diese Gesteine häufig auch als Gänge; und man bemerkt, daß sich diese Gänge oben dünn auskeilen (a, Fig. 115), oder in

Fig. 115. Ein Trappgang in Irland.

ihrem Verlaufe kleine Verzweigungen (b) an die Gesteine, die sie durchsetzen, kleine Theile (c) abgeben, die bald isolirt sind, bald mit der Hauptmasse durch eine dünne Schnur in Verbindung stehen. Manchmal ist das Nebengestein ganz voll von diesen Verzweigungen. Diese Umstände beweisen klar, daß diese Gänge keine von oben angefüllte Spalten sind, sondern daß man sie nur als von innen nach außen eingetriebene oder eingespritzte Massen betrachten kann, die mit so viel Gewalt aufwärts gestoßen wurden, daß sie selbst in die kleinsten Risse eindringen konnten, um Felsenstücke, die man auch zuweilen in ihrem Innern findet, abzulösen und mit fortzureißen (Fig. 115, d).

Fig. 116. Trappgestein, das in die Flößschichten der Insel Sky eingedrungen ist.

Alle diese Verhältnisse sind genau dieselben, wie wir sie im Basalte beobachtet haben. Es finden sich ebenfalls davon dem Anschein nach geregelte Schichten zwischen den sedimentären; auch lehrt noch die Beobachtung, daß sie nur Verzweigungen von Gängen sind. Man sieht dies ganz deutlich bei Trotternis (Insel Sky) (Fig. 116), wo ein dicker Trappgang mit einer Trappschichte, die sich nachher in drei Aeste theilt, wovon zwei keilförmig auslaufen, in Communikation steht. Es ist denn nun außer Zweifel, daß die Zwischeneinlagerung der Trappgesteine in Schichten von sandigen Substanzen das Resultat einer mehr oder weniger weit hinaus sich erstreckenden Einspritzung, einer Eintreibung zwischen die Trennung der

Schichten der Flötzformation ist — ein Fall, der z. B. bei den Basalten von Villeneuve = de = Berg (Fig. 110) vorkommt. Schwierigkeiten gibt es hier bloß für das Eindringen in eine schiefe Spalte, welche sämmtliche Schichten durchschneiden würde, wie man an sehr vielen Orten sieht, weil in allen Fällen der obere Theil durch die Kraft, welche die geschmolzene Masse vorwärts stößt, gehalten werden muß.

Um die Aehnlichkeit, die zwischen dem Basalt und Trappgesteine besteht, zu vervollständigen, müssen wir endlich noch bemerken, daß die Trappplateaux mit den Basaltplateaux in Communikation stehen (Fig. 112), oder selbst die gewöhnlichen Laven (Fig. 31, 32) mit Gängen, die das ganze untere Gestein durchschneiden und gewiß die Substanz zu Tag gefördert haben.

Wenn nun diese ersteren Analogien mit den auf feurigem Wege entstandenen Gesteinen noch nicht ausreichen, so gibt es zu deren Vervollständigung noch andere. Die Trappgänge haben die Felsarten, in die sie eingedrungen sind, angegriffen; sie haben hier Kohlenablagerungen durchschnitten, wodurch diese Substanzen da, wo sie mit dem Gange in Berührung standen, ihren Harzgehalt eingebüßt haben und in Lösche und Coke verwandelt worden sind, was man in mehreren Punkten von Staffordshire sieht. Wo anders sind die von ihnen durchschnittenen Kalke bis auf eine gewisse Entfernung vom Berührungspunkt krystallinisch, körnig geworden, und enthalten Granaten, Augite, Hornblende, Analzim, den sie sonst wo nicht einschließen — so in Plasnewidd, auf der Insel Anglesey, auf der Insel Thirey u. s. w. Die Schieferthone sind in verschiedenen Jaspis umgewandelt; die Sandsteine gehen in ähnliche Gebilde über — wie z. B. in mehreren Punkten von Schottland, und manchmal werden sie in derben Quarz umgebildet, z. B. auf der Insel Sky. Auch selbst die

Gangart scheint, indem sie verschiedene Gebirgsarten durchsetzt, den Einfluß derselben erlitten zu haben; und eine der interessantesten Thatsachen ist die Umänderung eines Trappganges in Serpentin in denjenigen Theilen seiner Masse, die sich in Kalke eingeschlossen finden; dies sieht man z. B. zu Clunie in Perthshire.

Dasselbe beobachtet man auch in den Pyrenäen bei den mit dem Namen Ophit bezeichneten Grünsteinporphyren. Düfrenoy hat dichte Kalksteine in der Nähe jener Gebirgsarten, durch welche sie gehoben worden sind, krystallinisch, dolomitisch werden sehen. Es scheint sogar, daß diese Gesteine durch die Einwirkung der Ophite oder der Substanzen, die zugleich frei werden, in Gyps umgewandelt worden sind, denn überall begleitet sie diese Substanz, und findet sich auf der ganzen Länge der Gebirgskette an keinem andern Orte mehr.

§. 98. **Serpentin und Diallage, verschiedene Porphyre.** — Die Serpentine (siehe die Charaktere derselben in der Mineralogie), in welche wir einen Gang, der in eine Kalkablagerung eindrang, sich umbilden sahen, begleiten ziemlich häufig die Trappgesteine und Diorite; auch bilden sie sehr häufig für sich allein Gänge, um welche herum man alle bereits angegebenen Veränderungen einer Felsart bemerkt. Aber nirgends zeigen sich diese Thatsachen in größerem Maßstabe, als in Ligurien, wo die Serpentine und die Euphotide (ein Gemisch von Albit und Schillerspath: siehe die beiden Arten in der Mineralogie) auf jede Weise in die Kalkablagerungen, die der Juraperiode angehören, eingespritzt sind. Bald bilden sie Gänge, bald stellen sie mächtige Schichten dar; oft zeigen sie sich als Trümmergesteine jeder Art, welche die Marmorarten bilden, die unter dem Namen, antikes Grün, egyptisches Grün, Meergrün u. s. w. bekannt sind. Die

Kalksteine nun, die mit diesen Felsarten gemengt sind, sind alle körnig, und bieten uns den schönsten Statuenmarmor, die prächtigsten, glänzendsten Marmorbreccien dar; doch bemerken wir, wenn wir sie mit Sorgfalt verfolgen, daß sie sich ganz an die dichten und mehr oder weniger erdigen Kalke, der umgebenden Gesteine, von denen sie offenbar die Fortsetzung bilden, anschließen. Die Kohlenschiefer und Sandsteine, welche mit diesen letzteren wechsellagern, finden sich in den andern in verschiedene Varietäten des Jaspis umgewandelt.

Das Auftreten der Augitfelsen, der Melaphyre und der andern Porphyre, die sich hier anschließen, hat Umstände derselben Art erzeugt; L. v. Buch hat sie schon seit lange als in Tyrol vorkommend bezeichnet und sie später in der obern Lombardie verfolgt. Auch findet man sie in der ganzen Länge der Alpen, und zeigen sich in der nämlichen Richtung in der Provence, in den Esterelgebirgen. In der Nähe dieser Gesteine, welche bei ihrem zu Tagebrechen um sich herum die Kalksteine verschiedener Formationen gehoben, verrückt, verschoben und in die anormalsten Lagen geworfen haben, findet sich Alles ganz umgestürzt. Die Kalksteine werden überall, wo sie mit diesen Porphyren in Berührung sind, auf beträchtliche Entfernungen hinaus in Dolomite umgewandelt, und zwar so, daß dieselben Ablagerungen aus einfachem Kalk in einem ihrer Theile, und aus rissigem Dolomit in solchen Theilen bestehen, welche sich den krystallinischen Gesteinen (Fig. 117) annähern. Und

Fig. 117. Dolomitbildung aus den Kalken.

was noch merkwürdiger ist, in den wenigen organischen Ueberresten, denen man in diesen modificirten Kalksteinen begegnet, finden sich selbst die harte Schale der Muscheln oder die Madreporen von Magnesia durchdrungen: dies beweist ohne Widerspruch, daß eine erst nach der Bildung der Ablagerung Statt gehabte Wirkung die Dolomite erzeugt hat, denn es existiren keine Muscheln, keine Madrepore, welche natürlich weder im lebenden, noch im fossilen Zustand, da, wo die Ablagerung keine Umänderung erlitten hat, Magnesia enthielten.

Die feldspathhaltigen Porphyre zeigen oft auch Charaktere, welche keinen Zweifel über ihre Entstehung auf feurigem Wege übrig lassen. Nicht nur findet man sie in allen Felsarten als Gänge, sondern sie verhalten sich auch ganz genau wie die Trachyte (§. 95), indem sie durch zersprungene Gesteine gehen, deren Fragmente sie zu Conglomerate zusammenbacken; so stehen sie oft mit den Ablagerungen sandiger Gebilden, die sie in ihrer Nähe erhärteten, in innigster Verbindung. Man sieht dies auch sehr deutlich in den Gebirgen von Esterel, in den Vogesen, in sehr vielen Punkten Deutschlands, auf der Insel Sky in Schottland u. s. w.; und damit nichts zu der Vergleichung fehle, so bemerkt man noch in der Nähe dieser Porphyre verglaste Substanzen, die wir unter dem Namen Retinit (s. Mineralogie) beschrieben haben, welche, wie die Obsidiane, in verschiedene steinartige Substanzen übergehen, ohne jedoch, wie diese, Uebergänge zum Bimsstein zu zeigen. Im Steinkohlenbecken von Arroux, südlich von Autun, sind solche Porphyre in Kohlensandsteine und selbst in die Steinkohle eingedrungen (Fig. 118); und die verbrennliche Substanz ist in der Nähe trocken, glänzend und sehr schwammigt oder poröse geworden; der Sandstein hat sich verhärtet, und die eingeschlossenen Feldspaththeile sind gefrittet worden.

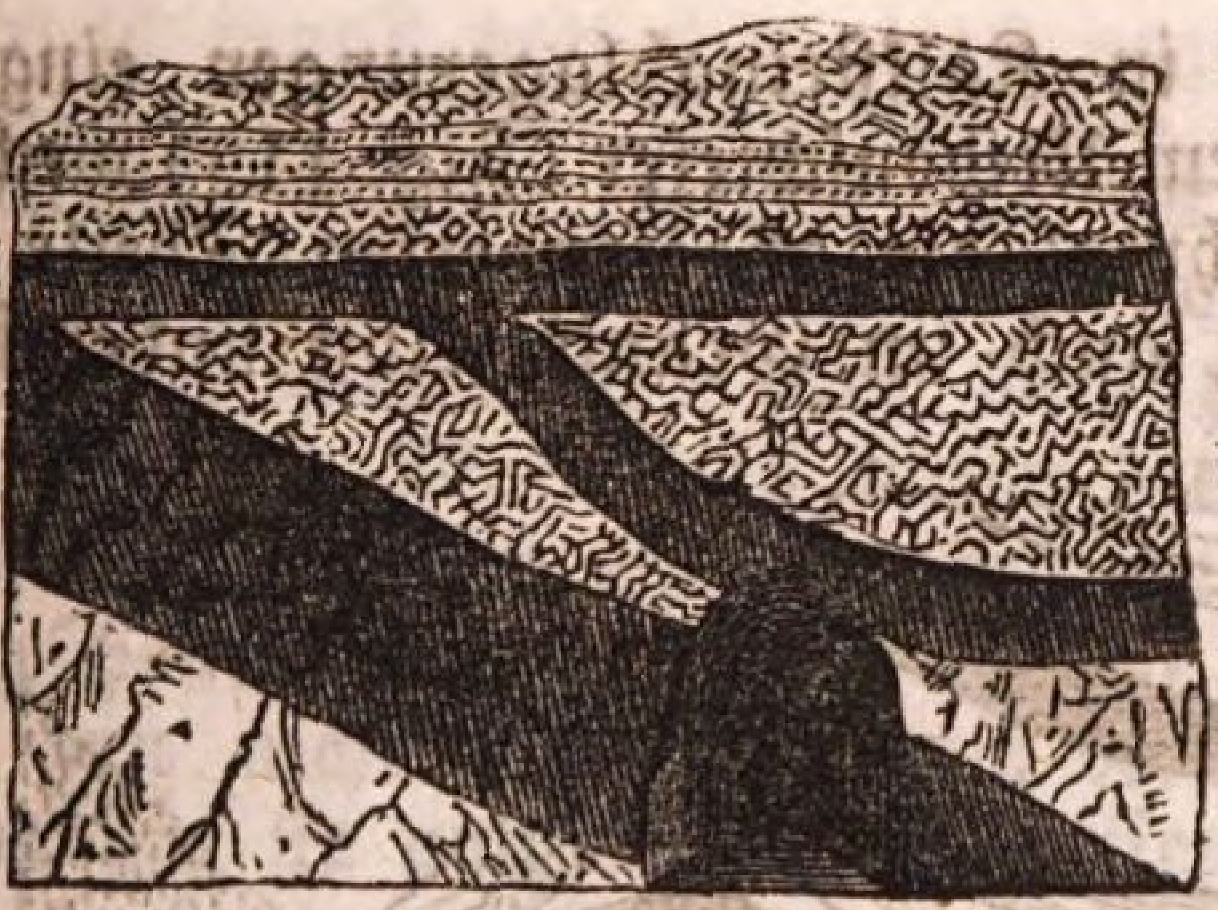


Fig. 118. Ein durch Porphyre durchschnittenes Steinkohlenlager. *

§. 99. **Granit.** — Es kann kein Zweifel mehr obwalten über die feurige Natur der vorhergehenden Felsarten, zufolge ihrer Art und Weise, wie sie in sämmtliche Arten von Ablagerungen eingedrungen sind, und über die Modifikationen, die sie in den von ihnen durchschnittenen oder gehobenen Gesteinen bewirkten. Nicht anders verhält es sich mit sämmtlichen granitartigen Gesteinen, d. h. mit den eigentlichen Graniten, den Syeniten, die ihnen dem Aussehen nach mehr oder weniger gleichen und in dieselben auf jede Art übergehen, ferner mit gewissen Gneißarten, die sich unmittelbar an die einen und andern anschließen, u. s. w. Es geht auch in der That aus einer Menge Beobachtungen, die zuerst in England durch den Doktor Macculloch bewahrheitet und später von vielen Geologen vervollständigt wurden, hervor, daß die Granite, die als massige Gesteine auftreten und sogar schon dadurch von den durch das Wasser gebildeten und gewöhnlich geschichteten Ablagerungen sich unterscheiden (§. 64), in ihrer Erscheinung sich genau wie die Trappfelsen, die Diorite und die Porphyre verhalten.

Im Thale Glen - Tilt in Schottland findet sich

* A Förderungsstolle; — G Kohlensandstein; — H Steinkohle; — P Porphyr.

der Granit in Kalksteinablagerungen eingedrungen, welche mit dem Urthonschiefer (Fig. 119) wechsellagert, wo er manchmal die abgesonderten Theile (a) vorwärts stößt; auch im Granit selbst finden sich Bruch-

Fig. 119.

Fig. 120.

Fig. 119 u. 120. Eindringen des Granits in verschiedene Felsarten.

stücke (b) dieser Kalksteine eingeschlossen. Manchmal sind es senkrechte Gänge, welche das Gestein entweder ganz durchschneiden oder sich darin wie die Diorite und Basalte auskeilen, was auch zugleich ein Beweis ist, daß die Masse von unten herauf gekommen ist, und daß sie mit einer großen Gewalt mußte vorwärts geschoben worden sein. Solche Thatsachen zeigen sich nun nicht bloß in einem besondern Ort, sondern man hat sie auch in allen Theilen der Welt beobachtet: so in den Alpen, von Frankreich, Savoyen, der Schweiz, in Norwegen, in allen Punkten von England, in Nordamerika, am Cap der guten Hoffnung, u. s. w.

Der Zustand einer dickflüssigen Schmelzung, in welchem die Granite sich befanden, wird noch durch die Art und Weise angezeigt, wie diese Gesteine gewisse Flötzablagerungen eingeschlossen oder sich über verschiedenen Formationen, durch welche sie hindurchgedrungen sind, ausgebreitet haben. In den Steinkohlenlagern von La Pleau (Corrèze), im Südosten von Ussel, ist ein Theil der Formation von den porphyrartigen Graniten, die sich hier darüber und darunter finden, eingeschlossen worden, (Fig. 121). Die Steinkohle ist hier, wie auf dem

Fig. 121. Steinkohlenlager, in Granit eingeschlossen.

ganzen Plateau hart, und das Lager überhaupt sehr in Unordnung. An ziemlich vielen Orten findet man den Granit über sämmtlichen Flötzablagerungen von den Schiefern und den ältesten Gesteinen an bis zu denen der Juraformation liegend. Hinsichtlich dieses letzteren Falles liefern die Alpen verschiedene Beispiele, wo man die übergelagerten krystallisirten Gesteine und die darunter liegende Flötzablagerung zugleich sehen kann (Fig. 122). Endlich hat sich in

Fig. 122. Ueberlagerung des Granits auf Sedimentgebilden.

Schottland, bei Landside, wo der Granit eine Masse von der Kalksteinformation, wovon er Blöcke einschließt, durchdrungen zu haben scheint, eine Breccie aus Kalk- und Granitfragmenten, die unter sich durch ein granitisches Bindemittel verbunden sind, gebildet — ein Umstand, der mit dem bei den Porphyren und Trachyten angegebenen eine Aehnlichkeit hat. Die Granite von der Bretagne, welche in Paris zu Trottoirs, Grenzsteinen, zum Piedestal des Obelisken Luxor angewendet wurden, sind häufig von eckigen Fragmenten angefüllt, die zuweilen so zahlreich sind, daß ihre Masse einer Breccie gleicht.

Die Einwirkung der Granitfelsen auf solche Gesteine, in welche sie eingedrungen sind, ist noch die

nämliche, wie bei allen vorhergehenden Felsarten; der dichte Kalkstein, der Jurakalk und die Kreide werden in körnige Kalke umgewandelt, wo die organischen Ueberreste am häufigsten verschwunden sind; sie haben lebhafte Farben jeder Art — die grüne, rothe, schwarze u. s. w. angenommen, haben sich an der Berührungsstelle mit Glimmer, Granaten, Hornblende und verschiedenen andern krystallinischen Substanzen erfüllt. Oft sind sie in Dolomite umgewandelt worden, welche nirgends reichlicher vorkommen, als in den Granitbildungen, und zuweilen in Gyps, wie es die Massen dieser Substanz beweisen, von denen man das Ausgehende in gewissen Kreisen der Alpen sieht, während man auf ihrer Fortsetzung in den benachbarten Thälern nur reine und einfache Kalke bemerkt. Der Thon und verschiedene sandige Substanzen werden in Jaspis umgebildet, oder erfüllen sie sich mit den verschiedenen, bereits erwähnten Substanzen und nehmen endlich die Charaktere der Glimmer- oder Talkschiefer, was man besonders in der Tarentaise bemerkt, und des Gneißes an. Die einfachen Sandsteine der Flötzformationen sind zu Schichten aus körnigem Quarze in der Nähe granitischer Substanzen geworden. Manchmal behalten die umgeänderten schieferigen Sandsteine noch die sandige Struktur bei, obgleich die Mineralien eine bedeutende Festigkeit angenommen haben; selbst die Glimmerschiefer, in welche sie übergehen, schließen noch hie und da dünne Schichten von Quarzsand zwischen den Glimmerblättern ein, welche die Ueberreste alter veränderter Sandsteine anzuzeigen scheinen: dies ist schon längst von Playfair im Grampiangebirge in Schottland beobachtet worden und erinnert auch an den geringen Grad von Festigkeit, welche stellenweise die Glimmerschiefer der Maures-Berge zwischen Toulon und Antibes, sowie diejenigen darbieten, die man in Brasilien beobachtet und mit dem Namen Itako-

lumite bezeichnete, welche Uebergänge in alle möglichen Nüancen des Sandsteines bilden.

Die Granitfelsen, die, wie wir später deutlich sehen werden, verschiedenen Alters sind, kommen auf der Erdoberfläche außerordentlich reichlich vor, finden sich entweder in sehr hohen Gebirgsketten oder bilden abgerundete, auf ihrer Oberfläche verwitterte Hügel, und bedecken bedeutende Länderstrecken. In Frankreich sehen wir sie in einem großen Theil der Bretagne, in der Mitte des Königreichs, z. B. in Limousin, in der Auvergne u. s. w., sodann in den Pyrenäen, in der Dauphiné, wo sie sich mit den Graniten der Alpen von Savoyen verbinden, im Mittelpunkt von Burgund, in den Vogesen, wo sie sich auf der andern Seite des Rheins bis in den Schwarzwald fortsetzen.

§. 100. **Erzlager, Erzgänge, Stockwerke.** — Die Dolomitbildung und die Schwefelung der Kalke, die Gegenwart verschiedener Mineralsubstanzen in den Nebengesteinen sind nicht das Einzige, was sich an den Austritt der auf feurigem Wege entstandenen Gebirgsarten aus dem Innern der Erde knüpft. Es erfüllen sich auch da, wo sich das neue und alte Gestein berühren (Fig. 123), die Ablagerungen mit

Fig. 123. Mineralien, die an der Berührungsstelle der Granite und Kalke vorkommen.

verschiedenen Erzen, die entweder eingesprengt, eingewachsen oder in die Risse und zwischen die Schichten

eingespritzt, oder endlich auch in kleine, manchmal unter sich durch dünne Schnüre verbundenen Lager vereinigt sind. Dies zeigte uns Dufrenoy hinsichtlich der Eisenerze, welche in den Pyrenäen vorkommen und welche man entweder in den Kalksteinen oder zwischen diesen Flötzablagerungen und dem Granit findet, der davon die festgewordene Masse gehoben hat. Dies sieht man auch noch an sehr vielen Orten bezüglich der Erze jeder Art, die man da findet, wo sich die krystallinischen Mineralien und die verschiedenen Flötzgebilde, z. B. die Arkosen verschiedenen Alters, welche das Granitplateau des Mittelpunktes von Frankreich umgeben oder auch die Kalksteine, welche sie bedecken; man findet sie auch an der Verbindungsstelle der Granite oder Porphyre mit dem Gneiß und den Thonschiefern, die sie an sehr vielen Orten gehoben haben oder in die sie eingedrungen sind.

Dies sind nun Erzlager, die offenbar mit den feurigen Wirkungen in Verbindung stehen. Was diejenigen betrifft, die als Gänge erscheinen, so ist zuerst zu bemerken, daß man niemals Gelegenheit hatte, sie so tief zu verfolgen, daß man entdecken konnte, ob sie in der Tiefe keilförmig auslaufen, und sich daher in Spalten finden, die auf der Oberfläche aufgeschlossen sind; während man sie nach oben als dünne Massen, z. B. zu Joachimsthal in Böhmen und an sehr vielen andern Orten, was die kleinen Adern betrifft, die man nach und nach abgebaut hat, zu Ende laufen sah. Schon dieser Umstand veranlaßt uns zu der Annahme, daß die Erzgänge durch einen Erguß von innen nach außen, wie sämmtliche schon erwähnte steinhaltige Gänge entstanden sind. Auch stehen diese Arten von Gängen mit den andern in innigem Zusammenhang so sind z. B. zu Pontgibaud die nämlichen Gänge bald granitisch, bald metallführend; in vielen andern Orten begleiten metallführende Gänge die Porphyr- und selbst die Basalt-

gänge, wie in Böhmen, und wenn die beiden Mineralien sich gegenseitig durchdringen, so ist bald das eine, bald das andere vorherrschend. Anderseits findet man sehr häufig in den nämlichen Lokalitäten steinführende und zugleich erzführende Gänge, die bald mit einander parallel laufen, bald sich auf verschiedene Weisen durchkreuzen, indem sie einander auf die Seite drängen und dadurch gegenseitig mehr oder weniger ausgesprochene Rücken oder Wechsel bilden. Bald stören die steinführenden Gänge die metallführenden, bald ist das Umgekehrte der Fall: sie verhalten sich in Allem genau auf dieselbe Weise, und unmöglich läßt sich annehmen, daß sie nicht den nämlichen Ursprung haben. Auch wollen wir die Bemerkung beifügen, daß die Gänge im Allgemeinen die großen Störungslinien der Erdkruste verfolgen: so sieht man z. B. in der Auvergne die Hauptgänge verschiedener Mineralsubstanzen in der großen Störungslinie hinstreichen, durch deren Spalten sich die Gebirgskette des Puy-de-Dome erhoben hat; in den Vogesen sind sie mit dem großen Rücken, in welchem sich diese Gebirgskette endigt, parallel; endlich macht man überall die Bemerkung, daß die Gegenwart dieser Ablagerungen mit den verschiedenen Linien der Erhebungen übereinstimmt, was ihr Aufsuchen bedeutend erleichtert.

In den metallführenden Gängen oder Erzgängen entdeckt man den Einfluß derjenigen Gänge, von welchen sie durchschnitten sind oder welche längs ihnen hinstreichen und bis zu einer gewissen Entfernung hinaus solche Substanzen in dieselben einführen, welche man bis dahin nicht darin bemerkte. Der Einfluß der durchschnittenen Felsart läßt sich ebensowohl an den Erzgängen, als an den Trappgängen wahrnehmen (§. 97); und schon lange ist es den Bergleuten bekannt, daß ein armer Gang in einer bestimmten Schichte plötzlich reicher wird, wenn

er in einen andern tritt oder umgekehrt; daher oft die plötzlichen, günstigen Erfolge und die unvorhergesehenen ungünstigen in den Bergwerken.

Da die Erzlagerstätten meistens nur eine Anhäufung kleiner in allen Richtungen hin verlaufender Gänge (Fig. 124) oder eine reichliche Einstreuung in einem Gesteine sind, das wir als auf feurigem Weg entstanden, annehmen müssen, so ist es klar, daß diese Ablagerungen Produkte wie die so eben erwähnten sind. Diese Erzlagerstätten, deren hauptsächlichsten Zinnerze, Kupferkies, Magneteisen führen, haben Granit, Porphyr, verschiedene magnesiahaltige Gesteine, worin sich die Erze befinden, zur Hauptmasse. Das Stockwerk von Zinnwald in Böhmen bietet einen besondern, in einen Porphyr eingeschlossenen Granit dar; das von Altemberg in Sachsen ist eine porphyrartige, in Gneiß eingeschlossene Masse. Das berühmte Magneteisenlager von Taberg in Schweden ist eine in Gneiß eingeschlossene Dioritmasse; das von Cogne in Piemont ist eine Serpentinmasse, die in kalkhaltigen Glimmerschiefer eingeschlossen ist. Diese Erzlagerstätten zeigen oft eine unbedeutende Tiefe.

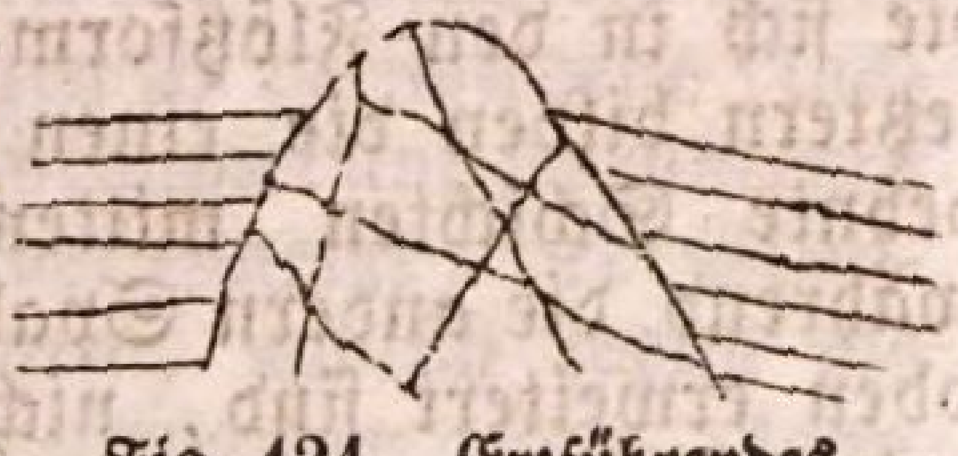
Fig. 124. Erzführendes Stockwerk.

Die Erzlager als geregelte Schichten sind bloß Gänge, welche der Schichtung der Formation, wie wir es bei den Trappgesteinen gesehen haben, folgen (§. 97), oder auch, wie hier oben, Ablagerungen, die sich bei der Berührungsstelle der Flötzschichten und der geschmolzenen Substanzen, welche dieselben gehoben haben, sich bildeten.

Wir müssen uns hier nur allgemein fassen und hinsichtlich der Einzelheiten auf das Werk von Fournet, betitelt „Etudes des dépôts metallifères“ verweisen. Indessen ist es doch nothwendig, daß man

hier noch ein Wort hinzufügt, um einer Verwechslung der Lager und Gänge, von denen wir vorhin sprachen, mit gewissen Eisenerzablagerungen vorzubeugen, die sich in den Flötzformationen finden. Unter diesen letztern bilden die einen mehr oder weniger ausgedehnte Schichten mitten in den Kalkformationen, während die andern Spalten ausgefüllt haben, welche oben erweitert sind, nicht tief gehen und manchmal mit Höhlen in Verbindung stehen (Fig. 125); dies sind alsdann Thatsachen, die in eine ganz andere Klasse gehören, als die oben beschriebenen, und von denen zu sprechen wir später Gelegenheit haben werden.

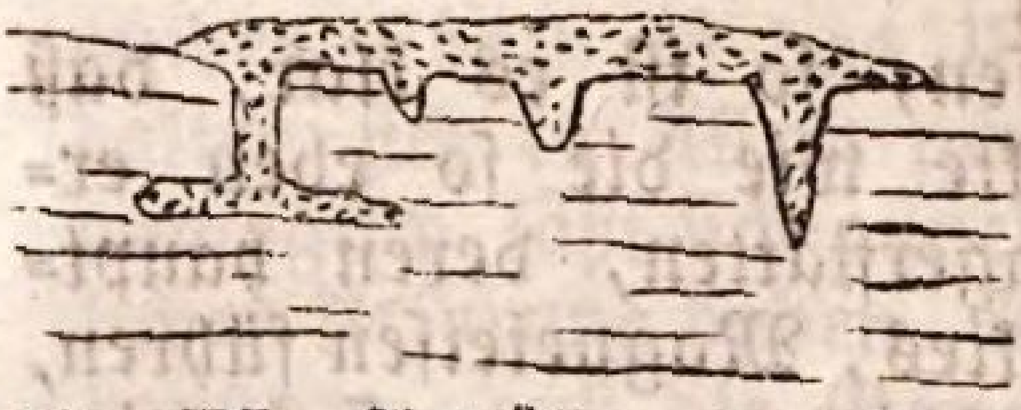

Fig. 125. Ausfüllung der Spalten von außen.

§. 101. **Allgemeine Folgerung; Metamorphismus.** — Aus allen diesen Thatsachen, die wir noch mit unendlich vielen andern durch die Einzelheiten, welche die zahlreichen Lokalitäten darbieten, wo man deren ähnliche beobachten kann, hätten vermehren können, muß man offenbar folgern, daß die krystallinischen Gesteine, die alle aus außerordentlich manchfaltigen und unter sich gemischten Silikaten gebildet sind, auf feurigem Wege erzeugt wurden; daß sie zu verschiedenen Zeiten sämmtliche Flötzgebilde gestört, verrückt, gehoben, und überhaupt deren Masse auf jede Art verändert haben, und daß diesen großen Phänomenen sowohl jede sichtbare Unordnung oder Störung auf der Erdoberfläche und sämmtliche aufeinander folgende Veränderungen, deren Spuren man bei jedem Schritt gewahrt, zugeschrieben werden müssen.

Wenn man die erdigen und dichten Kalke in der Nähe jener verschiedenen Felsarten krystallinisch werden, mit verschiedenen Substanzen, die sie in einer gewissen Entfernung nicht mehr enthalten, sich erfül-

len, Magnesia aufnehmen, wobei sie in allen Theilen rissig wurden, und sie mit einer größern oder geringern Leichtigkeit verwittern sah; wenn die Thonschiefer, die sandigen Substanzen in verschiedene Jaspisarten umgewandelt werden, Glimmer und Hornblende aufnehmen und die Charaktere der Gneiße, der Glimmer- und Talkschiefer annehmen; endlich wenn die Sandsteine feste Quarzbänke geworden sind, kann man sich alsdann darüber wundern, daß bei den meisten der gegenwärtigen Geologen die Idee von vollständigen Veränderungen, die in sehr vielen Flötzablagerungen geschahen, Eingang gefunden hat, und daß man sich bei der Erklärung einer Menge Thatsachen, welche uns besonders die alten, mit dem Namen Ur- und Uebergangsformationen bezeichneten Gebirgsarten darbieten, auf diesen schon vor langer Zeit durch Hutton, Playfair und den Doktor Macculloch wahrgenommenen Metamorphismus stützt? Man kann zu der Voraussetzung veranlaßt werden, daß manchmal ein wenig Uebertreibung dabei stattfindet, so außerordentlich erscheinen die Thatsachen; aber man müßte offenbar das läugnen, was gewiß, was augenscheinlich ist, wenn man nicht zugeben wollte, daß es körnige Kalke, Dolomite, Glimmerschiefer, Gneiße, körnige Quarze, u. s. w. gibt, welche das Resultat einer an erdigen und dichten Kalksteinen, an Thon, Sand, u. s. w. die durch Niederschlag sich gebildet haben, vor sich gegangenen Veränderungen sind.

Diese Ideen, die heutzutage bezeichnender geworden sind, weil sie durch ein eigenes Wort ausgedrückt werden, sind jedoch nicht durchaus neu; es sind in der That alle geologische Arbeiten damit erfüllt, und die Thatsachen sind darin nicht weniger merkwürdig, wenn sie auch gleich in andern Ausdrücken gegeben sind. Es gibt keine Beschreibung von einer Gegend, selbst wenn auf die Zeit von Saussure, dessen Werke

durch die Treue der Einzelheiten noch so merkwürdig sind, zurückgeht, wo man nicht die zahlreichen Uebergänge verschiedener sandigen Gebilde in die krystallinischen Gesteine, der schieferigen Grauwacken in die Talkschiefer, die Glimmerschiefer, und dieser letzteren in den Gneiß, oder auch den Uebergang der verschiedenen Sandsteinarten in die Granite und Porphyre, auf denen sie aufruhen ꝛc., wahrnehmen läßt. Heißt das nicht die Thatsache der Umänderungen, die wir heutzutage Metamorphismus nennen, und an die die Zeit bloß noch mehr Einzelheiten und eine größere Genauigkeit geknüpft hat, deutlich und klar angeben?

Es ist gewiß, daß, wenn man z. B. von den schieferigen Grauwacken ausgeht und seine Richtung nach irgend einem durch Krystallisation entstandenen Gebirge oder kleinen Eiland nimmt, diese Substanzen selbst einen mehr krystallinischen Charakter annehmen, und manchmal, ohne die von ihnen eingeschlossenen organischen Ueberreste zu verlieren, neue mineralische Substanzen aufnehmen: so erfüllen sich z. B. in der Bretagne diese Schiefer mit Kreuzsteinen, manchmal mit Staurolithen bei allen Granitablagerungen. Wo anders, z. B. in den Vogesen, in den Bergen des Var-Departements, sieht man sie in Glimmerschiefer, und diesen in Gneiß, welcher selbst allmählig granitisch wird, übergehen.

Diese Glimmerschiefer nun, und dann die Gneiße selbst, schließen, als ob die innige Verbindung, die man wahrnimmt, nicht hinreichte, Adern von kohlenhaltigem Schiefer, oder selbst von Graphit, und Adern von Anthrazit ein, welche an die Ablagerungen erinnern, die man weiter davon entfernt im Grauwackenschiefer findet, und welche so ausgesprochen sind, daß sie zum Aufsuchen von verbrennlichen Stoffen veranlaßt haben.

Es ist also klar, daß diese Felsarten alle, welche

Unterschiede sie auch darbieten mögen, nur Modifikationen oder Metamorphosen eines und desselben Ganzen sind; und da diese Metamorphosen oder Umwandlungen in der Nähe der offenbar auf feurigem Wege entstandenen Granitfelsen, sich mehr und mehr aussprechen, so ist es auch klar, daß sie dem Einfluß dieser letztern zugeschrieben werden müssen. Der nämliche Einfluß erweist sich an den Sandsteinen verschiedener Perioden in solchen Punkten, wo sie in unmittelbarer Berührung mit dem Granit stehen: diese Modifikationen sind sogar von der Art, daß man diesen Substanzen einen besondern Namen — nämlich die Benennung Arkose — gegeben hat. Sie gehen dann in allen Nüancen in den Granit über, und füllen sich mit verschiedenen Mineralsubstanzen an, die sie anderwärts nicht einschließen; was man z. B. in den Vogesen hinsichtlich des Kohlensandsteins und des rothen Sandsteines, in den Sevennen hinsichtlich des bunten Sandsteins, in Burgund in Hinsicht des Liassandsteins, im Velay in Betreff der tertiären Sandsteine sieht, die gewissermaßen die jüngsten Sandsteine sind.

In der Nähe der Porphyre zeigen die Schiefer häufig Modifikationen einer andern Art. Man sieht hier diejenigen Theile, die am meisten erdig und am deutlichsten als Sedimentgebilde ausgesprochen sind, stufenweise in mehr oder weniger feldspathartige, dichte Mineralien übergehen, welche ihre schieferige Struktur mehr oder weniger beibehalten und am Ende Feldspathkrystalle einschließen; übrigens bilden diese nämlichen Substanzen Uebergänge in feste Thone, welche Kalksteinadern, sodann Kerne von der nämlichen Substanz einschließen und alle Charaktere der basaltischen Mandelsteine annehmen, wobei sie nur ganz allmählig ihre schiefrige Struktur verlieren: solche Beispiele liefern die Bretagne, die Ardennen, das Forezgebirge, das Tararegebirge rc.

Dieselben Erscheinungen lassen sich zwischen den verschiedenen Sandsteinen und den Porphyren, welche die Sandsteine durchsetzt haben, wahrnehmen. Die sandige Substanz wird allmählig härter, erhält eine größere Festigkeit, und schließt sich endlich auf eine solche Weise an den Porphyr an, daß man nicht weiß, wo das eine anfängt und das andere aufhört: man sieht dies in Frankreich in den Vogesen, in der Morvankette, in den Bergen des Var-Departements.

Alle diese Thatsachen gehören in der That, wenn man von einigen Details absieht, schon der alten Geologie an, und nur die Betrachtungsweise hat sich geändert. Da sich Alles zu dem Beweise vereinigt, daß die krystallinischen Substanzen auf feurigem Wege gebildet und mitten durch die Flötzgebilde gestoßen worden sind, so ist uns jetzt auch klar, daß diese letzteren durch ihren Einfluß auf verschiedene Weisen modificirt, metamorphosirt worden sind — und dies um so mehr, je näher sie jenen anstehen; und nur in gewissen Entfernungen haben die Wirkungen vollständig aufgehört.

Man begreift einen Theil dieser Metamorphosen der Flötzformationen durch eine einfache Wirkung der Hitze, die nicht ganz den Schmelzpunkt erreicht, aber groß genug ist, um die Textur der Massen zu verändern, und selbst die Elemente in andern Verhältnissen zu vereinigen, wie es z. B. geschieht, wenn man durchsichtiges Glas einer Temperatur unterwirft, die nicht stark genug ist, um es zu schmelzen, bei welcher aber neue Krystallisationsverhältnisse eintreten. Doch diese erste Idee reicht für sich allein noch nicht aus, man muß noch eine andere Wirkung annehmen, die man sich noch nicht erklären kann und wodurch besondere Substanzen in den Gesteinen, die sich in der Nähe der verschiedenen Umstürze, wovon der Erdkörper der Schauplatz gewesen ist, sich fanden, an einen andern

Ort gebracht oder neu entwickelt werden konnten. Man begreift leicht die Einführung der Schwefelsäure, die sich häufig in den vulkanischen Erscheinungen bildet; aber man begreift nicht eben so die Einführung von Magnesia und verschiedener Silikate, und Alles ist in dieser Beziehung noch rein hypothetisch. Dessen ungeachtet kann man diese Thatsachen noch dem Cämentiren vergleichen, wodurch man Eisen in Stahl umbildet — eine Erscheinung, die sich nicht allein da äußert, wo das Eisen mit den Kohlentheilchen in Berührung kommt, sondern sich fernhin im Innern der Eisenmasse fortsetzt, und sogar von einiger Entfernung aus Statt findet, wie aus den Beobachtungen von Laurent hervorgeht, welcher bewiesen hat, daß der Kohlenstoff selbst durch Porzellanröhren hindurch zum Eisen gelangen kann. Auch weiß man aus seinen Versuchen, so wie aus vielen, in den Hüttenwerken beobachteten Wirkungen, daß das Eisenoxyd, die Chromoxyde u. s. w. sich verflüchtigen und in die Masse der Körper, die sie einhüllen, eindringen. Endlich ersehen wir aus den mit dem Löthrohr von Gaudin gemachten Versuchen, daß die Kieselerde, die Magnesia und der Kalk gleichfalls flüchtige Oxyde sind; die erstere nach, die andern vor der Schmelzung. Dies sind nun wirklich Thatsachen, die zur Erklärung aller Erscheinungen des Metamorphismus und des Eindrängens der fremdartigen Substanzen in die Sedimentgebilde, entweder als Gänge oder als eingesprengte Massen, beitragen.

## Wirkungen, die man der Ausspülung durch die Gewässer zuschreiben muß.

§. 102. **Zerstückelung der Formationen.** — Wir haben bereits gesehen, wie das Wasser durch die in ihm enthaltene Kohlensäure, durch sein Gewicht, seine erweichende Kraft und seinen Stoß, wie z. B. bei

den Meereswogen, wirken und auf diese Weise unsere Continente beschädigen (§. 55 bis 61). Wir haben selbst die Bemerkung gemacht, daß sich auf sandigem Boden Thäler finden, die augenscheinlich Produkte der Ausspülung sind (§. 86), gerade so, wie die Schluchten, die sich täglich in sandigen Böden durch die Wirkung der Regenwasser bilden. Daraus kann man nun schließen, daß bei jedem der Umstürze, welche aus den verschiedenen Bewegungen des Bodens nothwendig hervorgegangen sind, die plötzlich bald auf die eine, bald auf die andere Seite geworfenen Gewässer gerade wie noch jetzt bei Erdbeben die vorher schon bestandenen Ablagerungen verwüsten, zerstückeln und sie auf alle Weise verändern mußten (§. 19). Es können also viele Umstände durch die Ausspülung der Gewässer und die Entblößungen, welche sie hervorbringen konnten, erklärt werden.

Fig. 126. Hügel, durch Entblößung erzeugt.

Wenn wir nun in einer Gegend mehr oder weniger zahlreich vorhandene Hügel aus Sedimentgebilden sehen (Fig. 126), deren Schichten sich gegenseitig entsprechen, so sehen wir uns natürlich veranlaßt, sie als Zeugnisse großer Ausspülungen anzusehen, welche durch die Gewässer in verschiedenen Zeiten, wovon dann die relativen Daten aufzusuchen bleiben, gemacht wurden. Auf diese Weise können wir uns aller Wahrscheinlichkeit nach sämmtliche Einschnitte, welche die Sandsteine am östlichen Abhang der Vogesen zeigen, erklären; jene so merkwürdige Vereinigung von Kegeln, von allen Formen, die man zu Adersbach in Böhmen sieht; die zahlreichen Hügel, welche Roß-Shire in Schottland bedecken; die Gypshügel der Umgebungen von Paris,

die sämmtlich aus den nämlichen, auf gleicher Höhe liegenden Schichten bestehen; endlich die Zerstückelung der Basaltplateaux, welche in gewissen Gegenden die Hügel krönen, so wie auch der Bruch gewisser Lavaströme, welche die Thäler gesperrt hatten, wie z. B. die Thäler der Sioule und der Mone in der Auvergne, oder sie sogar ausgefüllt hatten, wovon wir in gewissen Theilen der Landschaft Vivarais (§. 88), wo die Ausspülung in die Breite mußte geschehen sein, da sie auf jeder Seite Zeugen zurückgelassen hat, Beispiele finden (Fig. 113).

Die Thäler, welche unsere lockeren Böden durchschneiden, wurden offenbar auf die gleiche Weise gebildet, und es ist nicht zu zweifeln, daß die meisten derjenigen Thäler, welche die festen Formationen durchfurchen, durch die Ausspülung der Gewässer nach den Rissen oder Spalten, durch welche sie entstanden, modificirt worden sind. Auf diese Weise können wir die Abrundung ihrer sämmtlichen Gehänge an sehr vielen Orten und die Ausweitung ihrer oberen Theile erklären. Die großen See'n, die sich manchmal an ihrem Ende, wie z. B. auf den beiden Abhängen der Schweizer- und Piemonteser-Alpen, finden können, der Ausspülung durch die Gewässer zugeschrieben werden, welche dieselben bei irgend einer großen Katastrophe durchströmten und mit Gewalt in der Ebene, welche sie endigt, ausmündeten.

Eine Menge anderer Thatsachen finden gleichfalls ihre Erklärung in der Ausspülung und gewaltsamen Fortführung durch die Gewässer. Wenn wir durch das Studium der sogenannten Wechsel oder Rücken im Innern der Bergwerke deutlich sehen, daß die Schichten nicht mehr einander entsprechen und daß ein Theil der Schichten emporgehoben worden sein mußte (Fig. 127), während doch der Boden a b c gleiche Höhe zeigt, so fragen wir uns natürlich, was aus den Schichten d und f geworden ist, welche

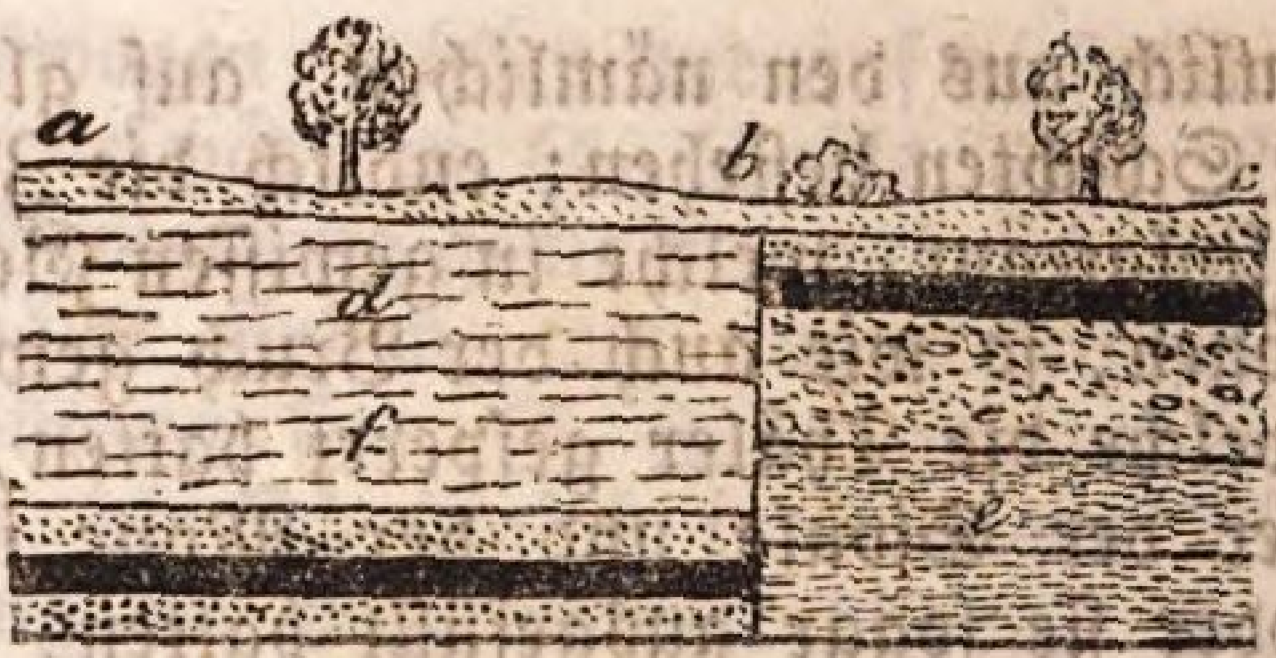


Fig. 127.

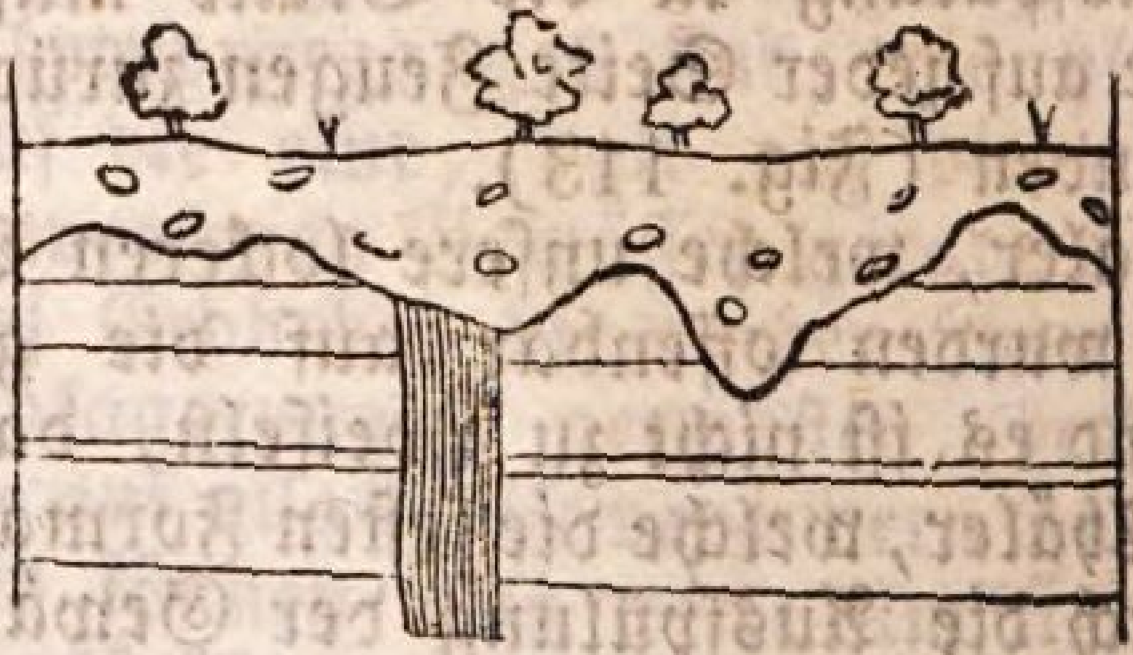

Fig. 128.

zwischen b und c eine Erhöhung des Bodens bilden mußten. Es ist klar, daß diese Schichten mußten weggespült worden sein, was man nur dann begreifen kann, wenn man eine nachfolgende Wirkung der Gewässer annimmt, welche die Trümmer mit fortgerissen und vielleicht auf der Oberfläche der Umgegend wieder abgesetzt haben werden. Ebenso begreifen wir auch, wenn wir einen Gang einen Vorsprung, einen Dike auf der Oberfläche des Bodens (Fig. 33) bilden sehen, daß er sich nicht auf diese Weise bilden konnte, und daß der bloßgelegte Theil ehedem ebenfalls eingeschlossen gewesen sein mußte; der umgebende Boden ist also erst nachher, wenigstens auf der ganzen Länge des Vorsprungs, weggenommen worden. Etwas Aehnliches hat sich in denjenigen Punkten zugetragen, wo Gänge auf der Oberfläche des Bodens auslaufen, oder auch von lockeren Substanzen bedeckt sind (Fig. 128). Es ist nicht wahrscheinlich, daß die in die Spalte eingedrungenen geschmolzenen Massen dem

Boden gleich angehalten haben, vielmehr ist zu vermuthen, daß der Boden abgetragen und dann nachher durch verschiedene Trümmerhaufen wieder bedeckt worden ist. Daher ist es auch leicht begreiflich, wie so viele Basaltmassen jetzt keine Spur mehr von verschlackten Substanzen weder in ihnen selbst, noch in ihrer Nähe darbieten. Diese lose zusammenhängenden Trümmer sind ohne Zweifel erst nachher durch die Gewässer fortgeführt worden, und vielleicht waren auch die Trappgesteine bei ihrer Erscheinung von solchen verschlackten Substanzen begleitet, die dann auf gleiche Weise fortgeführt worden sind.

Die ungeheure Wirkung der Meereswogen und die Resultate, welche in unsern Tagen daraus hervorgehen, lassen uns ebenfalls glauben, daß sämmtliche abgesonderte Felsenstücke, welche überall in geringer Entfernung von den Küsten Inseln oder Klippen, oder auch Gruppen von oft seltsamem Aussehen mitten im Meere bilden, gleichfalls die Reste einiger großen, durch die Gewässer operirten Zerstückelungen, sowohl in den erweichbaren, leicht zersetzlichen Stoffen, als in den durch die Erdbeben und die verschiedenen Bewegungen des Bodens zerrissenen Massen sind, wovon gewisse Theile entweder durch den Stoß der Wellen oder durch plötzlich eingetretene Eisbrüche nachher fortgeführt wurden.

Auf diese Weise kann man sich diese zahlreichen Zufälle der Felsen erklären, welche entweder die Küsten begränzen, oder isolirt im Meere stehen, wie es bei den Kreidefelsen von Etretat (Fig. 129) oder den Einschnitten der Porphyr- und Granitfelsen der Schetlandsinseln (Fig. 130) der Fall ist, von denen wir in Fig. 45 und 46 schon früher Beispiele gaben. Endlich begreift man auch, daß die mehr oder weniger ausgedehnten Meerengen sich nur durch die beiden zusammengesetzten Wirkungen der Wasserströmungen und der Risse haben bilden können, welche der

Boden durch ein Emporsteigen oder eine Senkung zu bestimmten Zeiten erhalten konnte.

Fig. 129.

Fig. 130.

Fig. 129 u. 130. Beispiele von Felsen, die durch die Gewässer zerschnitten, zerrissen und verschiedenartig gestaltet worden sind.

Aus allen diesen Beobachtungen lernt man, daß man den Gewässern eine Menge Wirkungen zuschreiben muß, die wir nicht anders erklären könnten. Wir können ihre Zerstörungen sowohl auf den Ber-

gen, als in den Thälern unterscheiden, können die vormaligen Meeresküsten, welche die Meere in den verschiedenen Zeiten begränzten, erkennen, und können dadurch so gut, als durch alle andern Umstände, ihre Gränzen beurtheilen. Doch muß man die unmittelbare Einwirkung der Gewässer sorgfältig auf die lockeren oder wenig zusammenhängenden Substanzen, die sich auf der Erdoberfläche befinden, beschränken; denn wenn es sich von den festen handelt, welche die Gewässer allzu langsam angreifen (§. 61), so ist es leicht begreiflich, daß die Ströme und Wogen nur dann kräftig wirken konnten, wenn der Boden durch die Risse und andere Beschädigungen, welche die Bewegungen des Bodens in den Felsen verursachen mußten, vorher dazu geeignet gemacht waren.

**Bemerkungen.** — Mit den durch die Gewässer erzeugten Zerstückelungen darf man nicht gewisse Verhältnisse verwechseln, welche aus der, durch den Metamorphismus veranlaßte Zusammenziehung entstehen können. Dies findet wahrscheinlich bei den Dolomiten Statt, die an sehr vielen Orten, z. B. in Tyrol und in den Sevennen, auf den dichten Kalkstein folgen. Die Massen dieser Substanzen sind häufig durchfurcht, auf jede Art an der Oberfläche ausgeschnitten, besonders an der Spitze der Berge oder der Plateaux, beinahe wie die durch die Gewässer durchschnittenen Kalksteinablagerungen. Die Umänderung des einfach kohlensauren Salzes in doppelt kohlensaures, das specifisch schwerer ist, macht nun die Zusammenziehung der der Umbildung in Dolomit unterworfenen Massen nothwendig; diese letzteren mußten sich daher in allen Richtungen spalten und zerreißen, und die Beschädigungen, welche sie uns darbieten, sind nur die Folgen dieser Wirkungen.

§. 103. **Abnützung, Furchenbildung, Fortführung.** — Wenn wir die Oberfläche gewisser Berge, wie sie sich z. B. im Schweizer-Jura und in

den Alpen finden, in mehr oder weniger großen Ausdehnungen abgeschliffen, gestreift und cannelirt sehen, so können wir annehmen, daß entweder an diesen Orten Gletscher existirten und daselbst analoge Wirkungen hervorbrachten, wie diejenigen, die man ihrem Herabgleiten 2c. (§. 60) zuschreibt, oder daß Ströme, welche verschiedene Trümmer mit sich führten, in irgend einem Momente über diese Bildungen hinweggeflossen. Wenn wir in der Schweiz, in Finnland, Lappland, England, Nordamerika auf beträchtlichen Ausdehnungen Berge finden, die auf ihrer Oberfläche abgenützt, nach einer länglichen Form und einer gewissen Richtung façonnirt, und von parallelen Furchen, die oft tief gehen, durchzogen sind, so müssen wir nothwendig große Ströme annehmen, welche feste Substanzen, Fels- oder Eisstücke, die alsdann solche Wirkungen hervorbrachten, mit sich führten. So auch, wenn wir mehr oder weniger voluminöse Felsblöcke sehen, die zufällig auf jeder Art von Formation, fern von den Punkten, von denen sie hergekommen sein können, zerstreut herumliegen, müssen wir natürlich eine Fortführung durch Fluthen annehmen, im Fall sie abgerundet sind, durch Eisblöcke oder Schlammströme, im Fall ihre Ränder scharf sind, oder endlich durch Gletscher, im Fall ihre Aufhäufung, ihr Zerstreutliegen, an die Moränen (§. 57 bis 60) erinnern.

In demselben Verlage ist erschienen und kann durch alle Buchhandlungen bezogen werden:

# Die Fortpflanzung

# europäischer u. außereuropäischer Vögel.

## Ein Beitrag

zur

## Naturgeschichte derselben.

Nach eigenen Erfahrungen und Beobachtungen und mit Abbildungen nach der Natur herausgegeben von

## F. Berge.

**12 Lieferungen mit je 16 color. Tafeln. 1843. broch.**
**Preis complett 15 fl. oder 8 Rthlr. 16 ggr.**

---

Ferner erschien:

**Poppe**, Dr. J. H. M. v., technologisches Universal-Handbuch für das gewerbtreibende Deutschland, oder Handwerks- und Fabrikenkunde mit allen in den verschiedenen technischen Gewerben vorkommenden Arbeiten, Mitteln, Vortheilen, Werkzeugen und Maschinen, in faßlicher alphabetischer Darstellung, den Fortschritten der neuesten Zeit gemäß, und mit Hunderten von Abbildungen beschrieben, zum Nutzen der Gewerbsleute und Künstler, der Fabrikbesitzer, der Mechaniker und Techniker überhaupt, der Kameralisten, der Lehrer und Liebhaber der Technologie. 3 Bände.

3 fl. 36 kr. oder 2 Rthlr. 6 ggr.

**Poppe**, Dr. J. H. M. v., neuer Wunderschauplatz der Künste und interessantesten Erscheinungen im Gebiete der Magie, Alchemie, Chemie, Physik, Geheimnisse und Kräfte der Natur, Magnetismus, Sympathie und verwandte Wissenschaften. Nach den Aufschlüssen der bekanntesten Forscher von Theophrastus Paracelsus an bis auf die neueste Zeit, volksfaßlich bearbeitet. Mit vielen Abbildungen. 6 Theile. kl. 8.

1 fl. 54 kr. oder 1 Rthlr. 6 ggr.

**Oberlins**, J. F., (weil. Pfarrer im Steinthal) vollständige Lebensgeschichte und gesammelte Schriften. Herausgegeben von Dr. Hilpert, Stöber und Andern. Mit Berücksichtigung aller Hülfsmittel zusammengestellt und übertragen von Pfarrer W. Burkhardt. 4 Theile mit 2 Stahlstichen. 8. 1843.

4 fl. 30 kr. oder 2 Rthlr. 18 ggr.

**Oberlin**, J. F., Zion und Jerusalem. Nebst einem Anhang über den goldenen Weihrauchaltar und die levitischen Schaubrode. Für die Gläubigen, die in Christo wandeln und sich nach der ewigen Heimath sehnen. Mit 2 Stahlstichen. 8. 1841.

1 fl. 36 kr. oder 1 Rthlr.

**Universum**, das kleine, für Erd-, Länder- und Völkerkunde. Ein Bilderwerk in interessanten Ansichten. Mit erklärendem Texte. 4 Bände (in je 12 Lieferungen, deren jede 24 kr. oder 6 ggr. kostet.) 1840–43. Quer 8. Preis pro Band

2 fl. oder 1 Rthlr. 6 ggr.
also compl. 8 fl. oder 5 Rthlr.

**Universum**, historisch-biographisches. Eine Bilderchronik von denkwürdigen Ereignissen und berühmten Menschen. Von einer Gesellschaft von Künstlern und Gelehrten. 3 Bände (in je 12 Lieferungen, deren jede 24 kr. oder 6 ggr. kostet.) 1841–43. Quer 4. Preis pro Band

2 fl. oder 1 Rthlr. 6 ggr.
also compl. 6 fl. oder 3 Rthlr. 18 ggr.

**Poppe**, Dr. J. H. M. v., neuer Wunderschauplatz der Künste und interessantesten Erscheinungen im Gebiete der Magie, Alchemie, Chemie, Physik, Geheimnisse und Kräfte der Natur, Magnetismus, Sympathie und verwandte Wissenschaften. Nach den Aufschlüssen der bekanntesten Forscher von Theophrastus Paracelsus an bis auf die neueste Zeit, volksfaßlich bearbeitet. Mit vielen Abbildungen. 6 Theile. kl. 8.

1 fl. 54 kr. oder 1 Rthlr. 6 ggr.

**Oberlins**, J. F., (weil. Pfarrer im Steinthal) vollständige Lebensgeschichte und gesammelte Schriften. Herausgegeben von Dr. Hilpert, Stöber und Andern. Mit Berücksichtigung aller Hülfsmittel zusammengestellt und übertragen von Pfarrer W. Burkhardt. 4 Theile mit 2 Stahlstichen. 8. 1843.

4 fl. 30 kr. oder 2 Rthlr. 18 ggr.

**Oberlin**, J. F., Zion und Jerusalem. Nebst einem Anhang über den goldenen Weihrauchaltar und die levitischen Schaubrode. Für die Gläubigen, die in Christo wandeln und sich nach der ewigen Heimath sehnen. Mit 2 Stahlstichen. 8. 1841.

1 fl. 36 kr. oder 1 Rthlr.

**Universum**, das kleine, für Erd-, Länder- und Völkerkunde. Ein Bilderwerk in interessanten Ansichten. Mit erklärendem Texte. 4 Bände (in je 12 Lieferungen, deren jede 24 kr. oder 6 ggr. kostet.) 1840—43. Quer 8. Preis pro Band

2 fl. oder 1 Rthlr. 6 ggr.
also compl. 8 fl. oder 5 Rthlr.

**Universum**, historisch-biographisches. Eine Bilderchronik von denkwürdigen Ereignissen und berühmten Menschen. Von einer Gesellschaft von Künstlern und Gelehrten. 3 Bände (in je 12 Lieferungen, deren jede 24 kr. oder 6 ggr. kostet.) 1841—43. Quer 4. Preis pro Band

2 fl. oder 1 Rthlr. 6 ggr.
also compl. 6 fl. oder 3 Rthlr. 18 ggr.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Beudant, François S. / Carl, Ludwig / Beudant, François S.,

Populäre Naturgeschichte der drei Reiche vollständig in zwölf Bänden mit mehr als tausend getreuen Abbildungen

Bd.: 7

Stuttgart 1844

81.86226-7/8
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10993310-0